# BERICHTE

DER

# DEUTSCHEN BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

---

NEUNZEHNTER JAHRGANG.

**BAND XIX.**

MIT 34 TAFELN, EINEM BILDNISS UND 28 HOLZSCHNITTEN.



BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRÆGER,
1901.

# Sitzung vom 25. Januar 1901.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

**Bubak**, Dr. **Franz**, k. k. suppl. Professor, Vorstand der Section für Pflanzenpathologie und landwirthschaftliche Bacteriologie in **Prag** (durch HIERONYMUS und G. VOLKENS),

**Hinze, G.**, cand. phil. aus Dessau, z. Z. in **Kiel** (durch REINKE und W. BENECKE),

**Johannsen**, Dr. **W. J.**, Lector der Pflanzenphysiologie an der königlichen dänischen landwirthschaftlichen Hochschule in **Kopenhagen** (durch W. PFEFFER und P. KLEMM),

**Lehmann, E.**, stud. phil. aus Dresden, z. Z. in **Kiel** (durch REINKE und W. BENECKE),

**Maire, R.**, Préparateur de botanique à la Faculté des sciences de l'Université de **Nancy** (durch OTTO MÜLLER und P. MAGNUS),

**Mikulowski-Pomorski, J.**, Professor an der Agricultur-Akademie und Director der landwirthschaftlichen Versuchsstation in **Dublany** bei Lemberg (durch M. VON RACIBORSKI und L. KNY),

**Seckt**, Dr. **Hans**, Assistent am pflanzenphysiologischen Institut der Universität und am botanischen Institut der königl. landwirthschaftlichen Hochschule in **Berlin** (durch S. SCHWENDENER und L. KNY),

**Simon, Siegfried**, stud. phil., pflanzenphysiologisches Institut der Universität in **Berlin** (durch L. KNY und R. KOLKWITZ),

**Voss, W.**, cand. phil. aus Uetersen, z. Z. in **Kiel** (durch REINKE und W. BENECKE).

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proclamirt die Herren:

**Fedde**, Dr. **Friedrich**, in **Tarnowitz**,
**Grosser**, Dr. **Wilhelm**, in **Breslau**,
**London**, **S.**, in **Breslau**,
**Miehe**, Dr. **Hugo**, in **Leipzig**.

---

Die Gesellschaft hat durch Todesfall vier schwere Verluste erlitten. Es starb am 11. October 1900 in Rudolstadt der Florist Herr

**C. Dufft,**

welcher unserer Gesellschaft seit ihrer Gründung angehörte.

Am 1. December 1900 starb in St. Petersburg unser correspondirendes Mitglied Herr

**Iwan Sergius Korshinski.**

Der Verstorbene ist wegen seiner Verdienste um die Erforschung der Flora des russischen Reiches auf der letzten Generalversammlung zur Wahl in unserer Gesellschaft vorgeschlagen worden. Die am 1. December vollzogene Wahl traf mit seinem Todestage zusammen, so dass dem Verstorbenen die ihm zugedachte Ehrung nicht mehr zur Kenntniss gelangt ist.

Am 13. Januar 1901 verstarb in Lund unser ältestes Ehrenmitglied Herr

**J. C. Agardh,**

emeritirter Professor der Botanik und Mitglied der kgl. Akademie der Wissenschaften in Stockholm. Mit ihm verliert unsere Wissenschaft den Nestor der Phykologie.

Am 12. Januar 1901 verstarb in Heidelberg unser ordentliches Mitglied Herr

**N. J. C. Müller,**

Geheimer Regierungsrath, Professor der Botanik an der Forstakademie Münden bei Göttingen.

Der Vorsitzende widmete den Verstorbenen ehrende Worte der Erinnerung. Auf seine Aufforderung erhoben sich die Anwesenden von ihren Sitzen.

---

Die Gesellschaft beglückwünschte unser Mitglied Herrn Director Professor Dr. **Fr. Buchenau** zu seinem 70. Geburtstage durch das nachfolgende Schreiben:

Hochgeehrtester Freund und College!

Unter der grossen Zahl von Schülern und Verehrern, die heute mit Ihnen den Tag festlich begehen, an dem Sie in der körperlichen Rüstigkeit und Geistesfrische, die wir an Ihnen kennen, die Altersstufe überschreiten, welche schon vor Jahrtausenden als durchschnittliches Ziel des menschlichen Daseins galt, darf auch die Deutsche Botanische Gesellschaft nicht fehlen. Gehören Sie derselben doch seit ihrer Stiftung an und haben ihr als langjähriges Mitglied des Ausschusses und der Commission für die Flora von Deutschland, deren erster Obmann Sie waren, die wesentlichsten Dienste geleistet. Es kann nicht unsere Aufgabe sein, die Verdienste zu würdigen, die Sie sich als hervorragender Schulmann, als Mitstifter und Vorstandsmitglied des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen, dessen Schriften eine reichhaltige Fundgrube wichtiger Abhandlungen auch für unsere Wissenschaft geworden sind, als Leiter und Mehrer der naturgeschichtlichen und besonders der botanischen Sammlungen Bremens erworben haben. Verdanken doch das Herbarium der Nordwestdeutschen Flora und die einzigartige Sammlung der Fundortskarten seltener Pflanzen Ihnen ihre Entstehung.

Wohl aber ist es unsere Pflicht, der reichen Förderung zu gedenken, die unsere Wissenschaft durch Ihre Arbeiten erfahren hat, Arbeiten, geschaffen in den spärlichen Mussestunden, die Ihnen die segensreiche Thätigkeit in einem schwierigen und verantwortungsvollen Amte übrig liess.

Aus den lieblichen Thälern und waldumkränzten Bergen ihrer mitteldeutschen Heimath in zeitiger Jugend in die nordwestdeutsche Moor- und Heidelandschaft versetzt, haben Sie deren artenarme, aber so manche wichtige wissenschaftliche Aufgabe bietende Vegetation bald liebgewonnen und durch mehr als vier Jahrzehnte das Flachland Nordwestdeutschlands, von den Dünen der Nordseeinseln und ihren blumenreichen Kesselthälern bis an den Saum des mitteldeutschen Berglandes nach allen Richtungen durchforscht. Wie gewissenhaft Sie strebten, die Ergebnisse ihrer Forschungen immer wieder zu prüfen, zu berichtigen und zu erweitern, das bezeugen die vier Auflagen Ihrer Flora von Bremen, die drei Ausgaben der Flora der Ostfriesischen Inseln und, als Krönung des Gebäudes, die Flora der Nordwestdeutschen Tiefebene.

Aber in diesen floristischen Forschungen und Bearbeitungen, so werthvoll sie an sich sind, liegt doch nicht der Schwerpunkt Ihrer botanischen Leistungen. Schon von Beginn ihrer Studien an waren dieselben vor Allem einigen Gruppen monokotyler Familien zugewendet, den Juncaceen und den Helobien. In langjähriger zielbewusster, geduldiger und gewissenhafter Arbeit, in zahlreichen

Abhandlungen haben Sie diese Gruppen in morphologischer, systematischer und pflanzengeographischer Hinsicht aufgeklärt, das fehlende Material aus allen Welttheilen herbeigeschafft, Zweifelhaftes ermittelt und die Ergebnisse in mustergültiger Weise dargestellt. Nicht zufrieden damit, dehnten Sie noch Ihre Studien auf die anziehende Familie der Tropaeolaceen aus. Die morphologischen Fragen, die Ihnen bei diesen Ihren Lieblingsfamilien begegneten, haben Sie auch in anderen Gruppen verfolgt und namentlich auf dem schwierigen Gebiete der Teratologie wichtige Beiträge geliefert. Nicht weniger waren Sie bemüht, die botanische Kunstsprache auf morphologischer Grundlage weiter auszubauen und für ihre Vereinheitlichung zu wirken. Endlich haben Sie neben so zahlreichen und werthvollen eigenen Forschungen noch Zeit und Kraft zu einer ausgedehnten und eingehenden Thätigkeit als wissenschaftlicher Berichterstatter gefunden.

Und nicht nur durch Ihre eigenen Arbeiten haben Sie in unermüdetem Fleisse gewirkt. Wer jemals an Ihr umfassendes Wissen und an Ihre nie versagende Hülfsbereitschaft appellirte, weiss Ihnen herzlichsten Dank für mannigfachste Förderung.

Möge es Ihnen vergönnt sein, hochverehrtester Freund, Ihre erfolgreiche Thätigkeit für Schule, Wissenschaft und Vereinsleben noch recht lange in ungeschwächter Kraft und Freudigkeit fortzusetzen!

Berlin, den 12. Januar 1901.

Das Präsidium und der Vorstand
der
Deutschen Botanischen Gesellschaft.

---

Herr BUCHENAU übersandte hierauf die nachfolgend zum Abdruck gelangende Zuschrift:

Bremen, 19. Januar 1901.

Das Präsidium und der Vorstand
der
Deutschen Botanischen Gesellschaft

haben die grosse Güte gehabt, mich aus Veranlassung meines 70. Geburtstages (am 12. Januar d. J.) durch eine nach Inhalt wie Form gleich vollendete Adresse zu ehren. Ich habe dieselbe mit inniger Freude und herzlichem Danke entgegengenommen. Freilich muss ich mir sagen, dass meine wissenschaftlichen Leistungen das ihnen gespendete Lob nur mit wesentlicher Einschränkung verdienen. Dagegen darf ich aussprechen, dass die Beschäftigung mit den Natur-

wissenschaften und namentlich mit der Botanik für mich der Jungbrunnen gewesen ist, aus welchem ich immer wieder neue Kraft für die Ansprüche des geistigen Lebens einer sich rasch entwickelnden deutschen Stadt schöpfte. Es war überdies ein besonderes Glück für mich, in einer Zeit zu leben, in welcher die Anatomie und Physiologie, die Geographie und Systematik der Pflanzen aus ihrer anfänglichen Isolirung einander immer näher gekommen sind. Ganz neue Gesichtspunkte und Forschungsmethoden wurden dadurch erschlossen. Aber dieser Verschmelzungsprocess ist noch lange nicht abgeschlossen. Auch der Deutschen Botanischen Gesellschaft, welche alle diese Bestrebungen als gleichberechtigt anerkennt und sie nach ihren Mitteln kräftig fördert, steht daher noch eine höchst bedeutungsvolle Zukunft bevor. Möchte es mir vergönnt werden, noch einige Jahre lang Zeuge dieses Blühens und Gedeihens zu sein!

Indem ich allen Herren, welche die Adresse unterzeichnet haben, auch noch persönlich für das mir bewiesene Wohlwollen danke, bleibe ich in aufrichtiger Hochachtung

Ihr

ergebenster

Franz Buchenau.

# Mittheilungen.

## I. Achille Forti: Heteroceras n. gen., eine neue marine Peridinieen-Gattung, von Prof. Dr. C. Schroeter im Stillen Ocean gesammelt.

Mit einem Holzschnitt.

Eingegangen am 5. Januar 1901.

Heteroceras Schroeteri n. gen. n. spec. 1900.

Gestalt ziemlich lang gestreckt, aber nicht so wie in den länger gestreckten Arten der Gattung *Amphisolenia* Stein, verzweigt bis zur Mitte der Zelle. Die Verzweigungen sind nicht dünn wie z. B. in *Amphisolenia Thrinax* Schütt oder in *Amphisolenia bifurcata* Murr. et Witt., sondern erscheinen als dicke und harte Körperfortsätze, von welchen der eine ganz gerade und in der Verlängerung der Vorderhälfte verläuft, der andere mit der Gürtelachse einen stumpfen Winkel bildet. Die Spitze dieses letzten Fortsatzes ist stark gekrümmt, und das gekrümmte Stück geht annähernd parallel der Längsrichtung des anderen Fortsatzes. Die Längsfurche erstreckt sich über den ersten Fortsatz, aber nicht ganz gerade, weil die Zelle in der Vorderhälfte zwei Buckel zeigt; der erste, näher dem Apex gelegene, ist kleiner, der andere, grössere befindet sich dem gekrümmten Fortsatze gegenüber. Die Gürtelringleisten sind breit und fein gefaltet, nach vorn gerichtet. Die beiden Randleisten der Längsfurche sind flügelartig wie die linke der Gattung *Phalacroma* St. von drei starken, aber durchsichtigen Stacheln gespannt. — Der ganze Panzer ist von Poren bedeckt.

Länge 140—160 $\mu$, Breite 100—120 $\mu$.

### Systematische Stellung der Gattung Heteroceras.

Die phylogenetische Stellung dieser eigenen Gattung bleibt zwischen *Phalacroma* und *Amphisolenia*. Die Randleisten der Längsfurche sind in der Gattung *Amphisolenia* nicht flügelartig, sondern

bandförmig; auch zeigen sie keine spannenden Stacheln. Die Randleisten in der Gattung *Heteroceras* sind flügelartig, von Stacheln gespannt und ähnlich den Randleisten von *Phalacroma*. Mit *Amphisolenia*

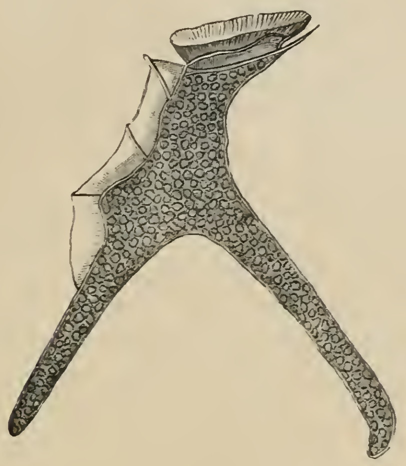


*Fig. I.*



*Fig. II.*

gemeinsam hat *Heteroceras* die verzweigte und schlanke Gestalt und die geringe Entwickelung der Oberschale. — Vorkommen: Im Suddin Meer bei Saigon, von Prof. Dr. C. SCHROETER im December 1898 gesammelt.

Verona, November 1900.

## 2. Alexander Artari: Zur Ernährungsphysiologie der grünen Algen.

Eingegangen am 6. Januar 1901.

In der Mittheilung „Ueber die Entwickelung der grünen Algen unter Ausschluss der Bedingungen der Kohlensäureassimilation"[1]) habe ich meine vergleichenden Versuche über die Ernährung einiger grünen Algen und zwar die der Gonidien beschrieben, die aus den

1) Bull. de la Société Imp. des Naturalistes de Moscou, 1899, Nr. 1.

Flechten *Xanthoria parietina* und *Gasparrinia murorum* isolirt worden waren. Anorganische und hauptsächlich verschiedene organische Verbindungen wurden von dem Gesichtspunkte ihres Nährwerthes aus geprüft. Diese Versuche haben ganz klar gezeigt, dass die oben genannten Algen sich entschieden besser in dem Medium entwickeln, welches gewisse organische Stoffe enthält, als in dem Medium, welches nur Mineralsalze hat. Weiter zeigte es sich, dass bei entsprechender organischer Ernährung diese Gonidien vortrefflich wachsen, ohne Chlorophyllfunction zu benutzen, d. h. sie entwickeln sich in der Atmosphäre, die keine Kohlensäure hat, oder in absoluter Dunkelheit und bleiben auch in letzterem Falle normal grün. Ausser von mir wurde diese letzte Thatsache auch von A. ETARD und BONILAC[1]) und von BEYERINCK[2]) constatirt und neuerdings wiederum in den Versuchen von RADAIS[3]) über *Chlorella vulgaris* bestätigt.

Indem ich meine Untersuchungen über verschiedene Algen, die nicht nur als Gonidien in den Flechtenthallus leben, sondern auch frei lebende Formen sind, fortsetze, erlaube ich mir, hier mich auf eine kleine Notiz zu beschränken, welche einige von mir in diesem Sommer im Leipziger botanischen Institute angestellte Versuche über *Stichococcus bacillaris* zum Gegenstande hat.[4])

Es wurde schon von verschiedenen Seiten (LAGERHEIM, BEYERINCK) erwähnt, dass *Stichococcus*-Arten die Fähigkeit haben, sich durch organische Stoffe zu ernähren. Was *Stichococcus bacillaris* anbetrifft, so folgt aus meinen Versuchen, dass diese Alge, ähnlich den Flechtengonidien, bedeutend besser bei der Ernährung durch organische Verbindungen, als durch anorganische wächst. Bei Ernährung durch organische Verbindungen geht das Wachsthum eben so gut im Lichte wie im Dunkeln vor sich, dabei ist in beiden Fällen die Entwickelung mit Chlorophyllbildung verbunden. Bei dem Vergleiche aber der Entwickelung des *Stichococcus bacillaris* in den Nährmedien mit verschiedenen Formen der Stickstoffverbindungen (die Grundlösung in diesem Falle war von folgender Zusammenstellung:

| | |
|---|---|
| Traubenzucker . . . . . . . | 0,5 pCt. |
| $KH_2PO_4$ . . . . . . . . . . | 0,2 „ |
| $CaCl_2$ . . . . . . . . . . . | 0,2 „ |
| $MgSO_4$ . . . . . . . . . . . | 0,1 „ |
| $Fe_2Cl_6$ . . . . . . . . . . . | Spur) |

mit den Flechtengonidien beobachten wir zwischen diesen Organismen folgenden wesentlichen Unterschied:

1) Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, Nr. 2 (11. Juillet 1898).

2) Centralblatt für Bacteriologie, 1898, Nr. 21.

3) Comptes rendus de l'Académie des sciences, CXXX, 12, S. 793.

4) Jetzt habe ich zahlreiche Versuche über eine Reihe der Protococcoideen schon angestellt.

Die Flechtengonidien sind ganz klar und scharf ausgesprochene Peptonalgen, d. h. solche, für welche Pepton die entschieden beste Stickstoffquelle darstellt[1]), während *Stichococcus bacillaris* eben so gut wie bei Stickstoffquelle in der Form von Pepton, so in der Form von Nitratammonium wächst.[2]) Damit ist nicht ausgeschlossen, dass derjenige *Stichococcus bacillaris*, der im Thallus einiger Flechten vorkommt, auch zu den Peptonalgen gehören kann. Ich gedenke bei Gelegenheit auch in dieser Richtung parallele Versuche anzustellen.

Aus der Thatsache, dass die Entwickelung von *Stichococcus bacillaris* bei Stickstoffquelle in der Form von $NH_4NO_3$ auch im Dunkeln ganz gut geht, lässt sich bei dieser Alge auf die Fähigkeit der Bildung der Eiweissstoffe bei Abwesenheit des Lichtes schliessen. In dieser Beziehung sind meine Versuche in gewissem Einklang mit denen von ZALESKY[3]) und einigen anderen Gelehrten, die auf ganz andere Weise und bei anderen Bedingungen auch gezeigt haben, dass grüne Pflanzen fähig sind Eiweissstoffe zu bilden, ohne das Licht zu benutzen.

Was den Nährwerth verschiedener Verbindungen, die als Kohlenstoffquelle dienen, anbetrifft, so wird auch hier bestätigt, was ich in Bezug auf die Flechtengonidien gefunden habe, d. h. dass der Traubenzucker den besten Nährwerth im Vergleiche mit anderen Kohlenhydraten hat.

Noch eines bemerke ich. Bei einer Kohlenstoffquelle, die in der Form von neutralem weinsauren Kali und apfelsaurem Natron gegeben wurde, wurde das Wachsthum im Dunkeln nicht beobachtet, aber die Culturversuche mit dieser Alge bei diesen Bedingungen im Lichte, bei $CO_2$-Zutritt, haben schönes Wachsthum gegeben. Leider habe ich nicht die Culturversuche bei diesen Nährbedingungen im Lichte, aber ohne $CO_2$-Zutritt angestellt, daher fehlt jeder Beweis für die Beurtheilung, welche Rolle in diesem Falle das Licht bei der Entwickelung dieser Alge spielen kann. Ich hoffe nächstens diese Lücke auch auszufüllen.

1) Siehe BEYERINCK, Botan. Zeitung, 1890; ARTARI, l. c. S. 6.

2) Der Nährwerth verschiedener Stickstoffverbindungen für diese Alge wird von mir in nächster Mittheilung behandelt werden.

3) Berichte der Deutschen Botan. Gesellschaft, 1898.

# 3. W. Schmidle: Ueber drei Algengenera.

Mit Tafel I.

Eingegangen am 8. Januar 1901.

## I. Gongrosira Ktzg.

Seit den Arbeiten von WILLE[1]) und SCHAARSCHMIDT[2]) sind eine Reihe Arten dieser Gattung beschrieben worden, so dass vielleicht eine kurze zusammenfassende Arbeit nicht unerwünscht ist.

*Gongrosira* Ktzg. 1845 = *Stereococcus* Ktzg., Linnaea VIII. 1833.

Der Thallus bildet kleine Polsterchen oder ausgebreitete, oft mit Kalk incrustirte Lager. Diese bestehen am Grunde aus kriechenden, meist dicht gedrängten, unregelmässig und reich verzweigten Fäden, aus welchen meist kurze und gedrängt stehende, verzweigte Aeste nach aufwärts sprossen. Die Zweige gehen vom oberen Ende der Tragzelle ab, sind wieder kurz verzweigt, nicht oder kaum verschmälert und haarlos. Die Zellen sind meist dünnwandig, der Gestalt nach unregelmässig und variabel. Die Zellhaut zeigt Cellulosereaction. Das Zellinnere besteht aus einem parietalen, oft zerrissenen Chromatophore mit einem oder zwei bis drei Pyrenoiden und einem Zellkern. Die Zoosporangien sind theils mehr oder weniger aufgeschwollen und viele zweigeisselige Schwärmer enthaltend, endständig, selten mittelständig an den aufsteigenden Fäden, theils befinden sich unterhalb der endständigen Sporangien noch andere, kleine, nur zwei bis drei Schwärmer enthaltende, welche von den vegetativen Zellen nicht verschieden sind. Rothgefärbte Ruhezustände, Akineten und Aplanosporen, wurden bei einer Art beobachtet, bei einer anderen Mikrozoosporen, welche aus den unteren Zellen der Fäden hervorgingen und copulirten. Wasserbewohnend.

### A. Eugongrosira.

Die endständigen Sporangien gross, angeschwollen, mit vielen Makrozoosporen.

a) Lager nicht mit Kalk incrustirt:

1. *G. Debaryana* Rabh.

Lager ausgebreitet, stark grün, kriechende Fäden fast eine parenchymatische Scheibe bildend, oft mit torulösen Zellen,

1) WILLE: Om slägten *Gongrosira*, Kongl. Vetenskaps Akad. Förhandl. 1893, Nr. 3 und Algolog. Mittheilungen in PRINGSHEIM's Jahrbücher etc. 1883.

2) SCHAARSCHMIDT: Adatok a Gongrosirak Fejlödesehez. Kolosvar 1883.

aufsteigende Fäden sehr kurz, wenigzellig, kaum verzweigt. Zellen 15—30 μ (—40 μ) breit. Sporangien endständig, gross, rund oder oval. Auf Muschelschalen lebend.

2. *G. pygmaea* Ktzg.

Lager polsterförmig, oft zusammenfliessend, blassgrün, aufsteigende Fäden bis 200 μ lang, mit mehrzelligen Zweigen, reich verzweigt, Zweige aufrecht abstehend, oft einseitig, fast gleich hoch endigend. Zellen 15 - 20 μ breit, ebenso lang oder (am Grunde) 2—3 mal länger, rechteckig.

3. *G. stagnalis* (G. West) = *Pilinia stagnalis* West in Journ. of Bot. 1899, pg. 12, tab. 344, fig. 6—9.

Lager krustenförmig, stark grün, uneben. Kriechende Fäden oft in ein parenchymatisches Lager verwachsen, aufsteigende Fäden ca. 500 μ lang, wenig und kurz verzweigt, Zellen 16—25 μ dick (die der liegenden Fäden 16—31 μ), 2—6 mal so lang, Zoosporangien endständig, rund, eiförmig oder fast birnenförmig.

b) Lager mit Kalk incrustirt:

4. *G. viridis* Ktzg. (= *G. Sclerococcus* Ktzg.).

Lager polsterförmig, ca. 1 *mm* gross, grün, oft zusammenfliessend, aufsteigende Fäden büschelig verzweigt, zuletzt fast rosenkranzförmig, Zellen ca. 10 μ lang und breit, an den Enden stark verschmälert.

5. *G. trentepohliopsis* Schmidle in Oesterr. bot. Zeitschrift 1897, Nr. 2.

Lager polsterförmig, mohn- bis erbengross, oft schwarz glänzend. Aufsteigende Fäden dicht gedrängt, reich verzweigt, Zellen rechteckig, 6—8 μ breit und 2—3 mal so lang. Sporangien 1. endständig, gross, keulig mit verengtem Halse oder rund, und 2. unterhalb derselben noch weiter von der Gestalt vegetativer Zellen mit 2—4 Schwärmern.

### B. **Ctenocladus** (Bzí.).

Endständige Sporangien von den vegetativen Zellen kaum verschieden, oft etwas angeschwollen, oft nicht, darunter fast stets noch weitere, meist wenige Schwärmer enthaltende, welche von den vegetativen Zellen nicht verschieden sind.

a) Lager nicht mit Kalk incrustirt:

6. *G. circinnata* (Bzí.) = *Ctenocl. circinnatus* Bzí. Stud. Alg. I, pag. 28, tab. III—IV.

Lager krustenförmig, ca. 1 *mm* dick, fast warzig, stark grün, aufsteigende Fäden dicht stehend, oben meist einseitig, kammförmig verzweigt, Zweige wie Hauptfäden, meist cymös zurückgekrümmt. Zellen rechteckig, etwas an den Enden eingeschnürt, 10—14 $\mu$ breit und meist ebenso lang. Zoosporangien endständig, so gross wie die vegetativen Zellen oder grösser.

7. *G. fastigiata* (Bzí.) = l. c. *Ct. fastigiatus* Bzí. l. c., pag. 117. Lager krustenförmig, dünn, fein, warzig, stark grün, ca. 2 *mm* dick, die endständigen Zweige aufrecht, gerade, gehäuft, gleichhoch endigend.

b) Lager mit Kalk incrustirt:

8. *G. Schmidlei* Richter. Phyc. universalis, Nr. 630. Lager sehr klein, höchstens 2 *mm* gross, polsterförmig, aufsteigende Fäden locker, radial stehend, meist einseitig verzweigt, mit kurzen Zweigchen; Zellen 9—12 $\mu$ breit, 1—5 mal so lang, meist nur die Endzelle mit Chlorophyll. Endständige Sporangien mit wenigen Schwärmern, von den vegetativen Zellen nicht sehr verschieden.

9. *G. incrustans* Schmidle = *Chlorotylium incrustans* Reinsch Contrib. tab. I = *Ctenocladus incrustans* De Wildemann in Bull. soc. Belg. microscop. XXII, 1896.

Lager krustenförmig, warzig, lebhaft grün, aufsteigende Fäden dicht gedrängt, aufrecht, parallel, wenig verzweigt, Zellen rechteckig, 6—10 $\mu$ breit, 2—3 mal so lang; ausser der Endzelle meist auch die folgenden Zellen mit Chlorophyll. Sporangien unbekannt.

### C. Mesosporangium.

Sporangien gross, nur mittelständig im Faden.

10. *G. codiolifera* Chodat in Bull. l'herb. Boiss. t. VI, Nr. 6, 1898. Lager von Kalk incrustirt, pseudodichotom verzweigt, Zellen meist rechteckig, 1—3 mal länger als breit, mittelständige Sporangien codiolumartig.

Ungenügend diagnosticirte Arten sind:

*G muscicola* Reinsch, *G. pygmaea* var. *minor* Grun., *G. pachyderma* Reinsch, *G. protogenita* Grunow. Letzte Art hält Wille l. c. pag. 15 (Sep.) für den Palmellenzustand einer höheren Alge.

Von der Gattung sind auszuschliessen:

1. *G. onusta* Zeller. Diese ist, wie auch WILLE angiebt, eine *Trentepohlia* = *Tr. onusta* Wille.

2. *G. clavata* Ktzg. Diese ist nach STAHL[1]) wahrscheinlich der Entwickelungszustand einer *Vaucheria*. Nach WILLE l. c. pag. 31 gehört sie in den Entwickelungskreis von *Botrydium granulatum* (L.) Grev. Letzterer Ansicht schliesst sich auch HANSGIRG[2]) an.

3. *G. dichotoma* Ktzg. Diese Alge ist nach STAHL und WILLE l. c. ein Ruhezustand von *Vaucheria geminata* Walz.

4. *G. ericetorum* Ktzg. WILLE l. c. hält diese Art für ein Moosprotonema und die Varietät *subsimplex* Rabh. für den Zustand einer *Ulothrix* oder *Conferva*. Auch HANSGIRG l. c. hält die erste Pflanze für ein Moosprotonema. SCHAARSCHMIDT dagegen[3]) zieht sie zur Gattung *Coleochaete*, weil er die für ein Protonema charakteristischen schiefen Scheidewände nicht gesehen hat.

Zur vorstehenden Tabelle bemerke ich Folgendes:

1. Es sind in derselben alle nach den Diagnosen und Abbildungen morphologisch unterscheidbaren Formen als Arten aufgenommen, obwohl es mir wahrscheinlich ist, dass mehrere nur Formen einer und derselben Art sind. Bevor dieses jedoch durch Cultur oder sonstige Beobachtung sicher gestellt ist, wäre es unwissenschaftlich, auf blosse Vermuthung hin eine Zusammenziehung vorzunehmen.

2. Die Gattung *Ctenocladus* gehört meiner Ansicht nach zu *Gongrosira*. Der einzige Unterschied liegt darin, dass BORZÍ bei seinen Arten Mikro- und Makrozoogonidien gefunden hat, während man bei *Gongrosira* nur die ersteren kennt. Der ganze vegetative Aufbau, die Verzweigung, die Bildung des Lagers, die Beschaffenheit des Zellinhaltes, die Bildung der Makrozoosporen in oft angeschwollenen Sporangien stimmt aber völlig mit *Gongrosira* überein, so dass mir wahrscheinlich ist, dass auch bei echten *Gongrosira*-Arten noch Mikrozoogonidien gefunden werden. Ausserdem kann für den Systematiker das Fehlen oder Vorhandensein von Mikrogonidien bei sonst völliger Uebereinstimmung morphologischer Eigenschaften kein generisches Merkmal abgeben, da man fast stets die Pflanzen ohne solche findet.

3. Aus diesem Grunde hat auch DE WILDEMANN l. c. *Chlorotylium incrustans* Reinsch zu *Ctenocladus* gezogen, obwohl bei dieser Art noch nie Mikrozoosporen gesehen wurden.

1) STAHL: Ueber die Ruhezustände von *Vaucheria geminata* in Bot. Ztg. 1879.
2) HANSGIRG: Prodromus I, S. 98 u. 89.
3) Citirt nach JUST's Jahresbericht 1883.

4. Nach Wille l. c.[1]) ist *G. pygmaea* der Entwickelungszustand eines *Stigeoclonium*, nach Borzí[2]) gehört diese Pflanze zu *Cladophora*. Beide Autoren haben kein Originalexemplar Kützing's untersucht, und so schweben diese Behauptungen so zu sagen in der Luft. Nach den Abbildungen Kützing's in Tab. phyc. IV, tab. 100, VII scheint mir die Alge eine gute *Gongrosira*-Art zu sein, ebenso nach seiner Diagnose[3]). Fast sicher ist ihre Zugehörigkeit zu *Gongrosira* aus der Angabe Rabenhorst's[4]) zu schliessen: articulis superioribus aequalibus, deinde tumidis v. v., wodurch offenbar die Bildung von Sporangien bezeichnet wird. Ich habe deshalb diese Pflanze auch zu den Eugongrosiren gestellt. Ich selbst habe eine Alge aus Neu-Guinea gesehen[5]), welche in jeder Hinsicht der *G. pygmaea* entsprach und schon aus dem Grunde nicht zu *Cladophora* gehört, weil sie in jeder Zelle ein Pyrenoid und einen Zellkern hatte. Ich sehe deshalb *G. pygmaea* Ktzg. als gute Art an.

5. In wie weit die analogen und oben angeführten Behauptungen von *G. clavata* Ktzg., *G. ericetorum* Ktzg., *G. dichotoma* Ktzg. der Wahrheit entsprechen, kann ich nicht untersuchen, doch scheint mir hier in der That die Zugehörigkeit zur Gattung höchst zweifelhaft.

6. *G. codiolifera* Chodat ist viel weiter von einer typischen *Gongrosira* entfernt als *Ctenocladus* wegen ihrer mittelständigen grossen Sporangien. Man könnte deshalb hier eher versucht sein, sie in ein besonderes Genus zu setzen. Ich möchte jedoch dieses nicht befürworten. Denn bei der nahe verwandten Gattung *Trentepohlia*, welche viel besser als *Gongrosira* studirt ist, hat die Stellung der Sporangien, ja sogar ihre Form bekanntlich nicht zu grossen diagnostischen Werth und genügt kaum Arten, geschweige denn Gattungen von einander zu trennen.

Ich muss hier freilich ausdrücklich bemerken, dass ich Chodat die Verantwortung überlassen muss, dass die beobachteten Gebilde wirklich Sporangien sind. Nach den Beobachtungen von Schaarscnmidt ist dieses nicht über allen Zweifel erhaben. Denn Schaarschmidt l. c. hat ganz genau dieselben codiolumartigen Gebilde, welche ebenfalls im Faden mittelständig sind, bei *Gongrosira Debaryana* abgebildet und beschrieben[6]). Er sieht sie aber als Akineten an. Und in der That scheint die Verdickung der Zellhaut auch bei der Pflanze von Chodat für die Ansicht Schaar-

1) Wille, l. c. S. 14 im Sep.
2) Citirt nach De Toni, Sylloge Algarum, I, S. 255.
3) Kützing: Spec. Algar., S. 423.
4) Rabenhorst: Flora europaea alg., III, S. 388.
5) Gesammelt von Herrn Dr. Lauterbach.
6) Schaarschmidt l. c. Tab. V, Fig. 8—14.

SCHMIDT's zu sprechen. Diesem widerspricht auch nicht die Beobachtung CHODAT's, welcher den Zellinhalt eines solchen codiolumartigen Gebildes in viele kleine Portionen (Schwärmsporen?) getheilt sah. Denn auch SCHAARSCHMIDT giebt an, dass solche Akineten sich durch Zoosporen vermehren. Möglicherweise hat aber auch SCHAARSCHMIDT die Alge CHODAT's vor Augen gehabt.

7. Zur systematischen Stellung bemerke ich Folgendes:

Dass man *Gongrosira* nicht mit *Trentepohlia* vereinigen darf, wie von HANSGIRG u. A. vorgeschlagen wurde, ist nun wohl von allen Algologen anerkannt. Denn abgesehen von ihrer hydrophytischen Lebensweise hat *Gongrosira* Pyrenoide im Zellinhalt, *Trentepohlia* dagegen Oeltröpfchen. Aber jedenfalls gehört sie mit *Trentepohlia* in dieselbe Familie. WILLE[1]) hat beide Gattungen zu den *Chroolepideae*, einer Unterabtheilung der *Chaetophoraceae*, gestellt. Ich bin der Ansicht, dass alle von WILLE zu den Chroolepideen gerechneten Gattungen nebst denjenigen, welche er zu den Mycoideen rechnet, in eine selbstständige, den Chaetophoraceen beigeordnete Familie vereinigt werden müssen. Denn Gattungen wie *Trentepohlia*, *Phycopeltis* und *Cephaleurus* dürfen nicht getrennt werden. *Ulvella* (resp. *Dermatophyton*) gehört wegen ihrer Vielkernigkeit nicht dazu, wie ich früher gezeigt habe[2]). Sie ist vielmehr eine Cladophoracee und bildet nicht, wie ich l. c. fälschlich bemerkte, eine besondere Familie. Darnach würde die Familie der *Chroolepideae* aus folgenden tabellarisch angeordneten Gattungen bestehen.

A. Zellen mit Haemotochrom:

*Trentepohlia* (incl. *Nylandera* Har.),
*Phycopeltis* Mill. (incl. *Hansgirgia* De Toni),
*Cephaleurus* Ktzg. (= *Mycoidea* Cunigh.),
*Phylloplax* Schdle. (incl. *Weneda* Racib.).

B. Zellen ohne Haematochrom:

I. Pflanzen ohne aufsteigende Fäden.

a) ohne Pyrenoide.

*Trichophilus* Web. v. Bosse,
*Gloeoplax* Schdle.

b) mit Pyrenoiden.

*Pringsheimia* Reinke,
*Chaetopeltis* Berth.[3]).

1) WILLE in ENGLER und PRANTL: Pflanzenfamilien, I, S. 97.
2) SCHMIDLE in Allg. bot. Zeitschrift, 1899, S. 39 u. folg.
3) Nach WILLE l. c. S. 103 soll *Chaetopeltis* keine Pyrenoide besitzen. Diese

II. Pflanzen mit aufsteigenden Fäden.

a) ohne Pyrenoide.
*Leptosira* Bzí.,
*Acroblaste* Reinsch.

b) mit Pyrenoiden.
*Foriella* Chodat,
(?) *Chlorotylium* Ktzg.,
*Gongrosira* de By.[1])

### II. Gomphosphaeria Ktzg. Tab X. Fig. 1—5.

Unter den von GOETZE gesammelten afrikanischen Algen befand sich in dem Formolmaterial, welches aus einer heissen Quelle (Nakwikwi-Quelle) in Usafua im Songwethal aus einem flachen Wassertümpel von 40° R. gesammelt war, *Gomphosphaeria aponina* Ktzg. im fast reinen Zustande ausserordentlich häufig. Ich benutzte dieses Vorkommen, um den inneren Bau der Colonie klarzulegen, da die Beschreibungen, welche KÜTZING[2]), RABENHORST[3]) und neuerdings wieder KIRCHNER[4]) von dieser Alge geben, mit derjenigen HANSGIRG's[5]) wenig übereinstimmen. KIRCHNER[4]) z. B. diagnosticirt die Alge: „Zellen durch farblose Gallerte zu mikroskopisch kleinen soliden Familien vereinigt, die inneren kugelig, die peripherischen ei- bis keilförmig oder herzförmig mit nach innen gerichteter Spitze). während HANSGIRG[5]) dieselbe beschreibt: „Veget. Zellen keil- oder herzförmig, selten rundlich, von farblosen oder gelblichen, meist

---

Angabe ist unrichtig, wie aus den Zeichnungen von Berthold, Moebius und mir hervorgeht.

1) O. Kuntze hat kürzlich in Rev. gen. plant. III, 1898, pag. 432, aufmerksam gemacht, dass der Name *Gongrosira* der früheren Kützing'schen Bezeichnung *Stereococcus* weichen müsse. Er unterscheidet die Arten *St. viridis* Ktzg., *St. Debaryanus* (Rabh.) O. K. und *St.* (?) *onustus* (Zeller) O. K. Wenn sich die Sache so verhält, wie O. Kuntze angiebt, so muss bei strenger Anwendung der Nomenclaturregeln der gewohnte Name *Gongrosira* weichen. Ich unterscheide dann gemäss obigen Auseinandersetzungen noch die weiteren Arten: *St. pygmaeus* (Ktzg.), *St. stagnalis* (G. West), *St. trentepohliopsis* nob., *St. circinnatus* (Bzí.), *St. fastigiatus* (Bzí.), *St. Schmidlei* (Richter), *St. incrustans* (P. Reinsch), *St. codiolifer* (Chodat).

Eine genaue Anwendung der Nomenclaturregeln macht auch die Gattung *Crucigeniella* (Lemmerm.) unmöglich, welche in *Staurogeniella* (Lemmerm.) umzuwandeln ist, mit der Art *Staurog. lunaris* (Lemmerm.).

2) Kützing: Spec. Alg., pag. 233, und Tab. phyc., I, tab. 31.

3) Rabenhorst: Flora europ. algarum, II, pag. 55 und 56.

4) Kirchner in Engler und Prantl: Pflanzenfamilien etc., I, 1, S. 56, Fig. 49 P.

5) Hansgirg: Prodromus, II, pag. 143.

dicken, leicht zerfliessenden, seltener an der Oberfläche radial gestreiften Gallerthüllen umgeben und zu kugeligen etc. Familien fast traubenartig vereinigt, an der Peripherie der Familien von einander mehr entfernt, mit nach dem Kugelcentrum gerichteter, stielartig verschmälerter Basis etc.

Nach diesen Diagnosen könnte man fast glauben, dass verschiedene Pflanzen vorlägen.

Ich muss fast durchweg der Auffassung von HANSGIRG beipflichten. Zunächst ist es klar, dass alle Zellen an der Peripherie der Colonie sitzen, und wenn KIRCHNER von inneren kugeligen und peripheren eiförmigen Zellen spricht, so ist diese Angabe der ältesten Diagnose von KÜTZING entnommen und entspricht dem mikroskopischen Bilde in so fern, als man von den Zellen, welche mitten im Bilde sind und also auf der uns zugewendeten Seite der Kugel liegen, den optischen, rundlichen Querdurchschnitt sieht, und von den peripheren am Rande der kugelförmigen Colonie gelegenen den Längsschnitt.

Das Innere der Kugel ist jedoch keineswegs solid, sondern die Zellen sitzen endständig an sehr kurzen, aber dicken Gallertstielen, welche vom Centrum ausstrahlen. Diese theilen sich dichotom rasch auf einander, so dass jeder Stiel in ein ganzes Büschel von ebenfalls kurzen und dicken Stielen oder Bechern ausläuft und jeder derselben eine Zelle trägt (Fig. 3 und 4). Wie strenge der dichotome Aufbau ist, erkennt man aus Fig. 3, wo eine junge, etwas aus einander gedrückte Colonie gezeichnet ist. Die Consistenz dieser Stielgallerte ist äusserst zähe, so dass es sehr schwer wird, eine Colonie zu zerdrücken. Sie färbt sich mit Thionin lebhaft blau, ziemlich schwach dagegen mit Bismarckbraun; Cellulosereaction giebt sie keine.

Es ist leicht zu constatiren, dass die Zellen völlig in ihrem Gallertbecher eingeschlossen sind. Bei Anwendung von Bismarckbraun färbt sich eine die Zelle umgebende Schicht etwas stärker als die Gallerte des Stieles. Dieselbe tritt besonders an der peripheren, äusseren Seite der Zelle stärker hervor, an dem hinteren centralen Ende geht sie allmählich in die Stielgallerte über (Fig. 4). Nicht immer konnte ich freilich diese Schicht sehen. Um so besser dagegen erkennt man, namentlich nach Färbung mit Bismarckbraun am peripheren Ende über der Stielgallerte noch einmal eine zweite relativ dünne Gallertschicht (Fig. 4). Dieselbe ist viel weicher als die Gallerte des Stieles, färbt sich stärker und zeigt deutlich eine radiale Structur wie verschiedene Desmidiaceengallerten. Auch sie giebt im Allgemeinen keine Cellulosereaction, nur einige Colonien sah ich bei Anwendung von Jod und Schwefelsäure mit einem schwach violetten Hofe umgeben. Jede Zelle resp. jeder Becher hat seine eigene radiale Gallertschichte und nur dadurch, dass dieselben

seitlich zusammenfliessen, scheint die ganze Colonie von einer zusammenhängenden dünnen Gallerte umgeben zu sein (Fig. 1 und 4).

Die Zellen theilen sich der Länge nach von dem äusseren Scheitel aus. Es ist äusserst schwer zu sagen, wie sich der Becher bei dieser Theilung verhält. Nach meinen Beobachtungen bilden die Tochterzellen innerhalb ihres früheren Bechers keine neuen aus, so dass eine Ineinanderschachtelung verschiedener Becher erfolgt, wie dieses z. B. bei *Botryomonas*[1]) oder *Botryococcus*[2]) der Fall ist, sondern nachdem die Zelltheilung erfolgt ist und sich zwischen den Tochterzellen eine Scheidewand gebildet hat, schnürt sich beiderseits der Becher von aussen her ein. In Fig. 1 ist dieser Theilungsmodus an dem obersten Zellpaare angedeutet.

Wenn sich so zwischen die alten Zellen der Colonie stets neue Zellen mit ihren Bechern einschieben, so muss sich nothwendig die Gesammtoberfläche der Colonie vergrössern. Dadurch aber wächst auch der Radius. In Folge dessen entsteht ein Zug nach auswärts, so dass sich die Gallertäste im Centrum mit all ihren Zellen dehnen und langsam lösen. Meist schon während des Ablösungsprocesses runden sich die Theile immer mehr und mehr ab, weil sich immer neue Zellen zwischen die alten einschieben. So entstehen bald neue kugelige Colonien und zwar der Dichotomie halber, da vom Centrum zunächst zwei Aeste ausgehen (Fig. 4), meistens zwei.[3])

Nun hat vor nicht zu langer Zeit ZUKAL eine zweite Vermehrungsweise unserer Alge beobachtet[4]), welche auch ich an meinem Material Schritt für Schritt nach den Angaben ZUKAL's, soweit es eben an todtem Material geschehen kann, verfolgen konnte. Man findet Colonien, deren Zellen grösstentheils oder sämmtlich einen völlig homogenen, blaugrünen Inhalt besitzen (Fig. 1), an anderen ist der Inhalt mehr oder weniger feinkörnig. Man kann Schritt für Schritt verfolgen wie die Körner grösser werden, und nach geringem Suchen sieht man Colonien, wo diese Körnchen oft bei allen, oft bei vielen Zellen zu selbstständigen, blaugrünen, kugelrunden Körperchen herangewachsen sind (Fig. 5), deren Durchmesser 2 bis 4 $\mu$ gross ist, während der sonstige Zellinhalt fast völlig farblos ge-

1) Schmidle in Engler's Bot. Jahrbücher 1899, pag. 233, Fig. 5. *Botryomonas* ist ein ächter *Botryococcus*, wie besser conservirtes Material seither bewies.

2) Chodat, Journ. de Bot., 1896, Tab. III, Fig. 20.

3) Einen ähnlichen, aber in den Einzelheiten stark abweichenden Bau scheint nach der kurzen Beschreibung und der etwas unklaren Zeichnung *Gongrosira lacustris* Chodat zu besitzen (Chodat: Etudes de biologie lacustre im Bull. de l'Herb. Boiss., Tome V, No. 5, p. 181, Fig. 1). Speciell erkennt man nicht, ob die Zellen von der Gallerte umhüllt oder an dem peripheren Ende frei sind. Die weiche äussere Gallerte scheint zu fehlen.

4) Zukal: Neue Beobachtungen an einigen Cyanophyceen. Ber. der Deutschen Bot. Ges. 1894, S. 259, Tab. XIX, Fig. 9 und 10.

worden ist (Fig. 2). Meist sind dann an solchen Colonien noch Zellen zu sehen, die bis auf einen geringen, fast farblosen Rest durch einen Riss in der Membran entleert sind, und nicht selten sind in dem Materiale sonst ganz intacte Colonien, welche auch nicht eine einzige unentleerte Zelle mehr besitzen. Dass durch Präparation oder aus irgend einem anderen Grunde der blaugrüne Zellinhalt aus diesen Colonien herausgedrückt worden wäre, ist ganz ausgeschlossen, weil, wie man sich leicht überzeugen kann, bei dieser Manipulation die Colonien selbst zerstört werden. Läge eine chlorophyllgrüne Alge vor, so würde jeder Algologe bei den geschilderten Befunden auf eine Schwärmsporenbildung oder sonstige Vermehrung durch Mikrogonidien schliessen. Dieser Schluss drängt sich unwillkürlich auf. Und wenn nun ZUKAL den Austritt dieser Körnchen, die sich selbständig zu bewegen begannen, bei *Gomphosphaeria* direct gesehen hat, so können die geschilderten Beobachtungen die Richtigkeit seiner Angaben nur bestätigen.

KIRCHNER[1]) hat in seiner Bearbeitung der Cyanophyceen die Angaben ZUKAL's völlig unberücksichtigt gelassen, obwohl auch sonst schon ähnliche Beobachtungen gemacht wurden. Ich stelle deshalb dieselben hier kurz zusammen, soweit sie mir bekannt geworden sind. Bei *Merismopedium elegans* sah GOEBEL, wie er in einer kurzen Notiz bei Besprechung einer BORZÍ'schen Arbeit angiebt, Schwärmer[2]), ZUKAL[3]) bei *Gloeotrichia pisum* und *Oscillatoria* spec.; ähnliche Zustände sah ich an fixirtem Materiale bei *Sphaerozyga oscillarioides*[4]) und *Campylonema indica*[5]), CHODAT[6]) bei einer unbestimmten Cyanophycee, und SAUVAGEAU[7]) bei einem *Nostoc*. WOLLE[8]) hat ähnliche Zustände bei *Gl. natans* gesehen und gezeichnet, bei *Scytonema Castelii* und anderen *Scytonema*-Arten, bei verschiedenen Arten von *Stigonema*. Darnach scheint diese Art der Vermehrung bei den blaugrünen Algen eine weite Verbreitung zu besitzen. Es ist mir wahrscheinlich, dass die Angaben in der Diagnose blaugrüner Algen „Zellinhalt homogen, fein oder grobgekörnt" nur vorübergehende Entwickelungszustände der Mikrosporenbildung bezeichnen. Ob jedoch diese Vermehrungsart die Brücke für den schon so oft

1) KIRCHNER l. c.

2) GOEBEL in Bot. Zeitung, 1880, pag. 490.

3) ZUKAL l. c.

4) SCHMIDLE in Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., 1896, S. 393.

5) SCHMIDLE in Hedwigia, 1900.

6) CHODAT et Mlle. GOLDFLUS: Culture des cyanophycées in Bull. de l'Herb. Boiss. Tome V, p. 593 u. f.

7) SAUVAGEAU: Sur l'état coccoide d'un Nostoc. Comptes rendues; t. XX, 1897.

8) WOLLE: Freshw. algae U. St. pag. 247, Tab. 179, Fig. 10, pag. 255, Tab. 184, pag. 250, pag. 267 u. ff.

behaupteten (z. B. von Wolle l. c.) und ebenso abgeleugneten Uebergang der höheren blaugrünen Algen zu den Chroococcaceen bedeutet, bedarf noch eingehenderer Untersuchungen. Das Vorkommen dieser Vermehrungsweise jedoch scheint mir sicher constatirt zu sein.

### III. **Coccomyxa** Schmidle n. gen. Tab. X, fig. 6—25.

Bei einer Excursion auf den Königsstuhl bei Heidelberg fand ich kürzlich im Moose unter Tannen eine Alge, welche einen ausgebreiteten, dunkelgrünen, schleimigen Ueberzug bildete. Bei der Untersuchung desselben stellte es sich heraus, dass in dem scheinbar structurlosen Schleime eine Menge länglicher, kleiner chlorophyllgrüner Zellen zerstreut lagen, oft einzeln, oft zu zwei oder vieren bei einander, in der Form und Grösse aber äusserst variabel. Meist sind sie länger als breit, gerade, an beiden Ecken abgerundet, auf der einen Seite fast gerade oder schwach und auf der anderen stärker convex (Fig. 6, 10, 11, 12, 14, 15). Nicht selten sind sie aber auch eiförmig (Fig. 19) oder spindelförmig, beiderseits verschmälert (Fig. 18), oft unförmig verdickt und vergrössert, einseitig, in der Mitte oder an beiden Enden aufgeschwollen (Fig. 16, 17, 19, 21, 22). Oft trugen solche deformirten Exemplare an den Enden sehr kleine spitze oder stumpfe hyaline Fortsätze, oft auch in der Zellmitte (Fig. 17, 18, 21, 22). Nie jedoch sah ich rein cylindrische Formen. In der Scheitelansicht waren normale Exemplare stets rund. Ihre grosse Variabilität machte den Eindruck, als ob die Zellen metabolischer Veränderungen fähig wären. Tagelange Cultur einzelner Exemplare zeigte jedoch die Irrigkeit dieser Vermuthung.

Ihr Inhalt besteht aus einem sehr zarten, wandständigen Chromatophore. Dieses bedeckt höchst selten die ganze Zelle, sondern lässt meist die geradere Längsseite frei. In diesem hyalinen Zelltheile befinden sich fast immer mehrere feine Körnchen, deren Natur ich nicht klarlegen konnte. Mit Haematoxylin färbten sie sich nicht, auch nicht mit Jod, wahrscheinlich enthalten sie Reservestoffe (Oeltröpfchen?). Pyrenoide fehlen immer, dagegen war leicht, fast in der Mitte der Zelle liegend, ein kleiner Zellkern sichtbar (Fig. 8, 12, 14). Und an den mit Haematoxylin gefärbten Exemplaren, zeigte das Protoplasma im chromatophorfreien Zellraum eine sehr klare wabige Structur (Fig. 14, 8). Namentlich zogen sich vom Rande des Chromatophors aus quer über die Zelle feine Stränge gegen die gerade Seite der Zelle hin; an Formolmaterial waren dieselben auch ungefärbt zu sehen und einige Male auch an der lebenden Zelle (Fig. 21). Die Stränge verzweigten sich wieder.

Grosse Zellen von abnormer Gestalt enthalten oft zwei Chromatophoren (Fig. 16, 18, 21, 22).

Die Zelltheilung konnte in allen Stadien verfolgt werden. Sie beginnt mit der Theilung des Chromatophors, welches durch eine feine, schief nach aufwärts verlaufende, scharfe Linie in zwei Theile zerfällt. In dieser Linie und in der Fortsetzung derselben im hyalinen Zellraume bilden sich dann feine hyaline Punkte, (Fig. 6) welche sich, wie mir scheint, verschmelzen und die Scheidewand bilden. Die Zellhaut der Mutterzelle scheint sich nicht mit zu theilen, wie ich aus dem unten beschriebenen Verhalten der Gallerte schliesse. Die Theile runden sich ab; und so liegen zunächst die beiden entstandenen Zellchen in der durch die schief nach aufwärts verlaufende Theilungsweise bedingten eigenthümlichen Lage neben einander (Fig. 23). Sie sind anfangs stets kleiner als die Zellen in normaler Ausbildung, welche eine Länge von 9—13 $\mu$ und eine Breite von 6—7 $\mu$ erreichen.

Meistens aber theilen sich die einzelnen Stücke der ersten Theilung, bevor dieselbe vollendet ist, nochmals, oft beide, oft nur eines (Fig. 7). Die zweite Theilungsebene verläuft ebenfalls schief aufwärts zur ursprünglichen Zelle, und zwar so, dass sich die beiden Theilungsebenen in der Zellmitte unter einem schiefen Winkel treffen. Es entstehen dann aus der einen Zelle simultan vier Tochterzellen, welche nun entsprechend kleiner sind, und wenn sie völlig die normale Form erreicht haben, nur 6—7 $\mu$ lang und nur 2,5 bis 3,5 $\mu$ breit werden (Fig. 15). Diese Zellchen können bis zur normalen Grösse heranwachsen, sich aber oft auch schon vorher wieder theilen.

Die Gallerte scheint beim ersten Anblick völlig homogen und gleichartig zu sein und auch nach schwacher Färbung mit Thionin, Haematoxylin etc. zeigt sie keine Structur. Erst wenn man diese Färbemittel stark concentrirt anwendet oder lange Zeit einwirken lässt (besonders Haematoxylin), so sind die meisten Zellen von einer gloeocapsaartigen, stärker gefärbten Hülle umgeben, oft sogar von zweien. Und namentlich bei denjenigen Zellen, welche sich erst kürzlich getheilt haben, erkennt man eine gloeocapsaartige Einschachtelung, welche jedoch nie mehr als eine Generation umfasst (Fig. 23 und 24). Man findet jedoch stets im Schleime Zellen, deren umgebende Gallerte völlig structurlos ist.

Eine auffällige Erscheinung ist noch erwähnenswerth. Einige Male kamen mir Individuen zu Gesicht, welche mit ihren vorderen Enden zusammenhingen. (Fig. 13), oder durch mediane hyaline Fortsätze verbunden waren (Fig. 20). Diese Erscheinung und das Vorkommen äusserst kleiner Zellen, mikrozoosporenartiger Gebilde, legten mir den Gedanken an Copulation nahe Ich suchte jedoch

vergebens nach Zygoten. Sorgfältige Cultur unter dem Mikroskope zeigte dann auch, dass solche Individuen durch anormal verlaufende Theilungen entstanden waren. Fig. 25 stellt eine solche Theilung dar. Man sieht hier die kleine Tochterzelle mit der anderen noch durch einen Kanal mit bereits verdickten Wänden verbunden. Wenn sich derselbe völlig geschlossen hat, so haben wir zwei Zellen, die mit einem hyalinen Fortsatz zusammenhängen und in Copulation begriffen erscheinen.

Eine andere Art der Zellvermehrung als durch Theilung konnte ich, trotzdem ich die Alge fast zwei Monate unter verschiedenen Bedingungen cultivire, bisher nicht finden. Auch ihr morphologisches Verhalten blieb constant.

Es ist möglich, dass unsere Pflanze schon früher beobachtet wurde, doch lässt sich eine Identität nach den vorhandenen kurzen Diagnosen nicht feststellen. W. und G. West[1]) beschreiben einen *Dactylococcus dispar*, der in Grösse und Zellform variirt, so dass einige unserer Figuren den seinen auffallend gleichen, z. B. Fig. 8 und 18. Auch scheint ein Pyrenoid zu fehlen, doch ist das nicht mit Sicherheit aus der kurzen Diagnose erkennbar; ob ein schleimiges Lager vorhanden ist oder die Zellen einzeln leben, wird nicht gesagt. *Dactyloccocus obtusus* Lagerheim,[2]) dessen Diagnose ich leider nicht kenne, scheint vielleicht auch nahe zu stehen, doch auch hier fehlt, wie es scheint, das schleimige Lager. Genauer erkennbar ist *Dactylococcus natans* Chodat.[3]) Denn hier wird der Zellinhalt eingehend beschrieben und das Vorhandensein eines kleinen schleimigen Lagers ausdrücklich constatirt. Dieser Organismus steht entschieden dem unserigen nahe, ist aber durch die Zellgestalt und die pelagische Lebensweise unterscheidbar. Seine Zugehörigkeit zu *Dactyloccocus* scheint Chodat zweifelhaft, und auch ich möchte ihn, wie unsere Alge, nicht dahin rechnen. Denn *Dactylococcus* hat im Zellinhalt ein Pyrenoid und besteht aus einzeln lebenden Zellen. Näher steht vielleicht *Dactylothece* Lagerheim. Doch auch hier soll nach den Angaben Lagerheim's[4]) und Hansgirg's[5]) ein Pyrenoid im Zellinhalt vorhanden sein, und die Zelltheilung erfolgt quer durch die Zelle hindurch. Am nächsten steht wohl *Raphidium*, welches sich durch Quertheilung vermehrt und im Zellinhalt ebenfalls keine Pyrenoide hat. Hier ist jedoch die Zellform

1) W. and G. West: Freshw. Algae of England in Journ. Roy. Microscop. Soc. 1897, p. 500, tab. VII, fig. 19.

2) Lagerheim in N. Wittrock et Nordstedt, Algae exsiccatae Nr. 1092.

3) Chodat: Etudes de biologie lacustre. Genève 1898 in Bull. Herb. Boiss. 1897, p. 297.

4) Lagerheim: Bidrag till Sveriges algfl. Öfversigt af kongl. Vet. Akad. Förhandl. 1883, p. 65, tab.

5) Hansgirg: Prodromus I. p. 140.

eine völlig andere, *Raphidium* ist ferner eine wasserbewohnende Gattung, deren Zellen niemals ausgedehnte tetrasporaähnliche Gallertlager bilden. *Stichococcus* endlich hat ein Pyrenoid im Zellinhalt und vermehrt sich durch Quertheilung. So scheint es mir berechtigt zu sein, für unsere Pflanze eine besondere Gattung aufzustellen, welche ich *Coccomyxa* nennen möchte, mit der Art *Coccomyxa dispar*. Dieselbe verbindet die Gattung *Raphidium* mit *Dactylothece*, welche, wie CHODAT[1]) mehrfach betont, eine zusammengehörende Gruppe bilden. Die Diagnose der neuen Gattung ist:

*Coccomyxa*. Ausgebreitete, scheinbar structurlose Gallertlager bildend. Zellen in demselben vereinzelt oder zu zweit oder zu viert genähert, länger als breit, mit ungleich gekrümmten Seiten und an den Enden abgerundet oder verschmälert, mit parietalem, chlorophyllgrünen Chromatophor, welches meist nur den Zellrücken bedeckt, und mit einem fein gekörnten Protoplasma mit einem Zellkern. Pyrenoide fehlen. Zelltheilung innerhalb der Mutterzellen schief nach aufwärts verlaufend, meist simultan in zwei sich kreuzenden Richtungen, so dass vier Tochterzellen entstehen. Andere Zellvermehrung unbekannt.

*Coccomyxa dispar* Schmidle n. sp.

Zellen 6—14 $\mu$ lang und 3—6 $\mu$ breit, meist mit abgerundeten Enden und verschieden convexen Seiten, jedoch äusserst vielgestaltig, auf feuchtem Moos im Walde.

Zu *Coccomyxa* glaube ich *Dactylococcus natans* Chodat als *Coccomyxa natans* (Chodat) nehmen zu dürfen. Wahrscheinlich gehören noch einige andere zu *Dactylococcus* gerechnete Formen hierher.

Dass unsere Alge nicht in den Entwickelungskreis eines *Scenedesmus* gehört, beweist wohl schon ihr aërophytisches Vorkommen auf Waldmoos.

Ausser den genannten Pflanzen kommt noch *Gloeocystis Naegeliana* Artari in Betracht[2]). Wenn diese Alge auf Torf oder Lehm cultivirt wird, so resultiren Zustände, welche unserer Alge auf den ersten Blick sehr ähnlich sehen. Es sind jedoch auch hier wesentliche Unterschiede vorhanden. Zunächst habe ich durch Wassercultur aus unserer Pflanze nie gloeocystisartige Zustände erzeugen können, und dann theilt sich unsere Alge, wie aus Fig. 6 hervorgeht, nie der Quere nach, sondern stets schief. Ein Pyrenoid fehlt im Zellinhalt stets, und gerade diese beiden Unterschiede, der Bau des Protoplasten und die Art der Theilung, sind nach ARTARI l. c. pag. 250 die constanten Merkmale seiner variablen Species.

1) CHODAT l. c. und anderwärts.

2) ARTARI: Untersuchungen über Entwickelung und Systematik einiger Protococcoideen in Bull. de la Soc. imp. des naturalistes de Moscou, 1893, S. 235 u. ff.

Es fragt sich, ob trotz dieser Unterschiede unsere Pflanze nicht zu *Gloeocystis* gezogen werden könnte. Die Frage wird sich dahin zuspitzen, ob ein verschiedener Bau des Zellinhaltes und eine verschiedene Theilungsweise die Aufstellung einer neuen Gattung berechtigen. Ich möchte diese Frage bejahen, besonders, wenn der Habitus ein so verschiedener ist wie bei unserer Pflanze und einer typischen wasserbewohnenden *Gloeocystis*-Art. Beide Unterschiede sind nach meiner Erfahrung äusserst constant. Aus der Litteratur kenne ich nur wenige Beispiele, wo eine Algenart theils mit, theils ohne Pyrenoide erscheint. CHODAT beschreibt ein solches bei *Oocystis*, wo bei der Zelltheilung sich das Pyrenoid nicht immer mittheilen soll, so dass pyrenoidfreie Zellen entstehen, und aus *Scenedesmus* lässt er ebenfalls durch ähnliche Theilungen pyrenoidfreie Formen entstehen. Auch *Pleurococcus vulgaris* soll mit und ohne Pyrenoide erscheinen, was von anderer Seite jedoch bestritten wird. Bei anderen Gattungen und Arten stellt er selbst wieder die Constanz des Pyrenoides fest (z. B. *Tetraspora*, *Palmella*, *Gonium*, *Chlorosphaera*). Dasselbe findet auch, wie schon erwähnt, ARTARI l. c. Auch SCHMITZ in seiner Arbeit über die Chromatophoren der Algen findet das Fehlen oder Vorkommen der Pyrenoide bei den Algenarten sehr constant. Gewöhnlich vermehren sie sich durch Theilung, und nur bei *Helminthocladia purpurea* glaubt er ein freies Entstehen derselben beobachtet zu haben. Ein Schwinden der Pyrenoide dagegen bei Zelltheilung oder bei Fortpflanzung konnte er im Gegensatz zu CHODAT nie bemerken.

---

### Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. *Gomphosphaeria aponina*; eine Colonie im gewöhnlichen vegetativen Zustand.
„ 2. Eine einzelne Zelle mit Mikrogonidien, Zeiss' homog. Immersion 1/12, Ocular 5.
„ 3. Eine Colonie, etwas gequetscht.
„ 4. Zwei Aeste einer zerdrückten Colonie.
„ 5. Eine Colonie, deren Zellen alle Mikrogonidien enthalten. Die Becher sind nicht gezeichnet.
„ 6, 7. *Coccomyxa*: Theilungszustände.
„ 9—22. Verschiedene Zellformen nach lebendem Material oder fixirtem und mit Haematoxylin gefärbtem (Fig. 14, 8, 12).
„ 23, 24. Zellen mit ihren Gallerthüllen nach stark tingirtem Materiale.
„ 25. Ein irregulärer Theilungszustand.

Sämmtliche Figuren (mit Ausnahme von 2) sind mit dem Abbé'schen Zeichenapparat entworfen bei Anwendung von Zeiss' homog. Immersion 1/12, Ocular 12.

# 4. A. Tschirch: Die Einwände der Frau Schwabach gegen meine Theorie der Harzbildung.

Eingegangen am 12. Januar 1901.

Im Bande XVII. Heft 7 der Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft befindet sich eine Arbeit von E. SCHWABACH, in welcher die Genannte die Ansicht vertheidigt, dass der Harzbalsam bei den Kanälen der Coniferennadeln in den secernirenden Zellen gebildet und durch die Membran hindurch in den Kanal secernirt werde Die Arbeit kam mir erst bei der Correctur meines Buches „Die Harze und die Harzbehälter“ (Berlin, Gebr. BORNTRÆGER, 1900) zu Gesicht, so dass ich nur in einer Anmerkung auf dieselbe eintreten konnte. Auf diese Anmerkung antwortet nun Frau SCHWABACH im Heft 9 des Bandes XVIII dieser Berichte. Diese Entgegnung trägt zwar den Titel „Bemerkungen zu den Angaben von A. TSCHIRCH über die Harzabscheidungen in Coniferennadeln“, verallgemeinert aber die Frage, und so will ich denn mit einigen Worten auf die Einwände antworten.

Der botanische Theil meines Buches war ursprünglich für die Festschrift für SCHWENDENER bestimmt, konnte aber, da der Umfang des Manuscriptes schliesslich zu gross geworden war, nur zum kleinsten Theile darin Aufnahme finden. Er begann in der ursprünglichen Fassung mit den Worten:

„Die Anregung zu den Untersuchungen, über die ich in nachfolgenden Zeilen zusammenfassend berichten will, liegt weit zurück. Sie wuchs aus einer Unterhaltung heraus, die ich auf einem der botanischen Spaziergänge, die SCHWENDENER im Sommer 1880 mit seinen Schülern an den Sonntagen in der Umgebung von Berlin zu machen pflegte, hatte. Auf diesen Spaziergängen wurden zwar Pflanzen nicht gesammelt, aber die Pflanze bildete doch, wenn auch keineswegs das einzige, so doch das vornehmlichste Unterhaltungsthema. Wir besprachen damals auf einem Gange durch den Grunewald die Diffusionserscheinungen pflanzlicher Zellmembranen, und SCHWENDENER äusserte dabei ungefähr Folgendes: „Es erscheint mir nicht wahrscheinlich, dass Harz und ätherisches Oel durch mit Wasser imbibirte Membranen diffundiren kann.“ War dieser Satz richtig, so war die bisher allgemein angenommene Theorie der Harzbildung im Innern der Zellen und die sich daran knüpfende Vorstellung der Ausscheidung des Balsams durch die Membranen der secernirenden Zellen hindurch in den intercellularen Secretraum unrichtig. Ich

nahm mir damals vor, die Secretbildung zunächst an den schizogenen Secretbehältern zu studiren, bei denen sich ja schliesslich das Secret in einem Intercellularraum befindet, die demnach die klarste Antwort auf die Frage: Wo bildet sich das Secret? geben mussten. Ich habe dann theils allein, theils in Gemeinschaft mit meinen Schülern die Secretbildung nicht nur bei den schizogenen Secretbehältern, sondern auch bei allen übrigen studirt.“

Aus diesen Worten geht zunächst hervor, dass sich meine Vorstellung über die Secretbildung nicht auf die Untersuchung weniger, noch dazu ungeeigneter Objecte stützt, sondern auf die Untersuchung aller in Betracht kommenden Fälle. Ich habe seit dem Jahre 1886, also während 14 Jahren, viele Tausende von Präparaten durchgesehen, die Untersuchung von den schizogenen Gängen auf die oblitoschizogenen und schizolysigenen Behälter und endlich auch auf die Oelzellen und Oeldrüsen ausgedehnt und meine Theorie erst aufgestellt, nachdem ich durch Vergleichung der Haupttypen das Gesetzmässige in der Erscheinung erkannt hatte. Ich will sogleich an dieser Stelle bemerken, dass sich die Coniferennadeln nach meinen Erfahrungen zur Entscheidung der Frage sehr schlecht eignen. Ich habe dieselben in den 90er Jahren auch viel untersucht, um mir ein Urtheil zu bilden, kann sie aber nicht empfehlen.

Aus den obigen Worten geht ferner hervor, dass der Ausgangspunkt meiner Untersuchungen der Satz war: „Es erscheint nicht wahrscheinlich, dass Harz und ätherisches Oel durch mit Wasser imbibirte Membranen diffundiren kann.“ Wohlverstanden, der Ausgangspunkt. So wie ich meine Theorie der Harzbildung jetzt begründet habe, ist es ganz gleichgültig, ob die Frage bejaht oder verneint wird, ob Harzbalsame diffundiren oder nicht diffundiren können. Die eben citirte These diente mir nur als Anregung, um den Sitz der Harzbildung aufzusuchen. Nun, nachdem dieser Ort gefunden ist, war es nicht mehr nöthig, die Frage der Diffusionsfähigkeit zu prüfen, und ich habe sie auch nicht geprüft. Denn um die Harzbildung mit meiner Theorie zu erklären, brauche ich nicht zu der Annahme einer Diffusionsfähigkeit der Harzbalsame durch wassergetränkte Membranen zu greifen. Und dies betrachte ich als einen Vortheil.

Mögen also auf den Punkt gerichtete Versuche zeigen, dass Harzbalsame durch die lebende Membran diffundiren können oder nicht, für meine Theorie ist dies gleichgültig. Solche Versuche sind noch nicht gemacht worden. Frau SCHWABACH sucht zu zeigen, dass fettes Oel und Terpentinöl unter gewissen Bedingungen die Membran durchdringt. Angenommen, die Versuche seien richtig — ich habe sie nicht nachgeprüft — so bleibt der Versuch noch für Harzbalsame zu machen. Aber auch wenn er bei diesen positiv ausfällt, so ist damit doch noch gar nichts bewiesen. Dass Balsame

durch eine Haut dringen können, beweist doch noch nicht, dass sie in der Pflanze die lebende Membran wirklich durchdringen.

Ich schliesse daher meine Betrachtungen über die Harzbildung mit den Worten (Harze und Harzbehälter, S. 397):

„Wenn wir die Frage in der Form stellen: „Muss man, um die Harzsecretion in den Gängen und Behältern zu verstehen, nothwendig annehmen, dass Oel- oder Harzbalsam durch die wassergetränkte Membran der secernirenden Zellen hindurch diffundirt?“ so können wir die Frage verneinen: Die bisher ermittelten Thatsachen und die in vorstehender Arbeit entwickelte Theorie der Harzbildung erlauben sehr wohl uns vorzustellen, dass die Secretion ohne ein solches Durchdringen erfolgen kann.“

Meine Theorie gründet sich auf ganz andere Dinge, als die Diffusionsmöglichkeit oder -unmöglichkeit, sie gründet sich zunächst auf die sicher festgestellte Thatsache, dass schon in den allerjüngsten Stadien der Entwickelung des schizogenen Canals dieser Harzbalsam enthält. In diesem Stadium habe ich bei richtiger Präparation niemals Harzbalsam oder richtiger gesagt „ölige Tröpfchen von Harzbalsamaussehn“ in den secernirenden Zellen gesehen. Das Gleiche beobachteten SANIO, DE BARY, MAYR, FRANCHIMONT, A. MEYER. Daraus geht hervor, dass der Harzbalsam im Intercellularkanal und nicht in den secretfreien secernirenden Zellen entstanden sein muss. Von dieser Beobachtung bin ich ausgegangen. Ich habe mir den Ort dieser Bildung etwas näher angesehen und dabei eine eigenartige, der Wand aufgelagerte Schicht aufgefunden, die nicht Harz war, in der aber das Harz eingelagert sich findet. Weil ich in dieser Schicht die Harzbildung vor sich gehen sah, habe ich ihr, nichts präjudicirend, als einer Bildung sui generis, den Namen „resinogene Schicht“ beigelegt. Ob man dieselbe zur Membran rechnen will oder nicht ist Geschmacksache. Da es sich um eine gegen einen Intercellularkanal gerichtete Wandpartie handelt, können wir an dieser Stelle Plasma nicht wohl erwarten. Es könnten aber natürlich auch nicht zur Wand gehörige Schleimauflagerungen sein. Es ist dies unwesentlich. Der Grund, warum ich die resinogene Schicht zur Membran zu rechnen geneigt bin, ist der, dass ich eine typische Schleimmembran an dieser Stelle bei den Cycadeenkanälen gefunden habe. Bei diesen bleibt dieselbe typisch erhalten, bei den Coniferen und anderen wird sie resinogen. Das erscheint mir die ungezwungenste Erklärung.

Die resinogene Schicht ist von Frau SCHWABACH nicht aufgefunden worden. Das hat seinen Grund in verschiedenen Umständen. Es ist mir auch keineswegs immer geglückt, sie sichtbar zu machen; denn sie gehört, wenn auch nicht immer, so doch oftmals zu den allerdifficilsten Objecten. Erstlich wird sie vom Messer

sehr leicht herausgerissen. Dann ist sie bisweilen so empfindlich gegen Wasser, dass sie darin bis zur Unkenntlichkeit quillt. Ganz besonders wird sie aber deshalb so häufig übersehen, weil sie bei planlosem Zusammenfliessenlassen von Alkohol gelegentlich der rapiden Auflösung des Harzsecretes zerrissen und beiseite gedrückt wird. Wenn man so verfährt, wie es Frau SCHWABACH auf S. 420 beschreibt, wird man sie niemals finden, ausser in den aller eclatantesten Fällen. Die Vermuthung der Frau SCHWABACH, ich hätte auf meinen Figuren 7 und 18 nur einen Harzschaum gezeichnet, der bei Zufliessenlassen von starkem Alkohol verschwunden wäre, ist völlig unzutreffend. Denn, wie aus der Erklärung der Abbildungen auf S. 398 meines Buches hervorgeht, sind sämmtliche schizogenen Gänge „nach Entfernung des Secretes mittelst Alkohol gezeichnet“, und unter Alkohol schlechtweg versteht man bekanntlich starken Alkohol und nicht verdünnten.

Ich bediene mich bei derartigen Untersuchungen sehr verschieden starken Alkohols und lasse die einzelnen Verdünnungen successive auf das Präparat einwirken, wie in meinem Buche bereits beschrieben (S. 360).

Der Grund, warum man die ersten Stadien der Bildung der resinogenen Schicht, in welchen dieselbe noch keinen Harzbalsam enthält, leicht übersieht, liegt darin, dass ganz junge schizogene Behälter eben von gewöhnlichen Intercellularräumen nicht zu unterscheiden sind. Das secretfreie Stadium der Behälter geht jedenfalls sehr rasch vorbei.

Da auch Frau SCHWABACH wieder von einer Entstehung des Harzes „aus der Membran“ spricht (S. 420), will ich nochmals hervorheben, dass ich eine solche **nicht** annehme. Ich betrachte die resinogene Schicht als das Laboratorium der Harzerzeugung. **In** ihr, nicht **aus** ihr wird der Harzbalsam gebildet, und zwar aus den ihr von den secernirenden Zellen zugeführten resinogenen Substanzen. Die Bildung der resinogenen Substanzen erfolgt jedenfalls in den secernirenden Zellen.

Ist nun die resinogene Schicht in allen Fällen so schwer mit Sicherheit nachzuweisen? Keineswegs. Es giebt Fälle genug, wo sie auf's Deutlichste hervortritt, wo sie, gemäss ihrer Schleimnatur, abwechselnd contrahirt und wieder zum Quellen gebracht werden kann, also sich als relativ resistent erweist. Es gehört aber Uebung dazu, um sie aufzufinden. In ihrer vollendetsten Ausbildung, wie z. B. bei *Imperatoria*, *Archangelica*, *Dammara*, lässt sie sich aber selbst im Anfängerpraktikum demonstriren, wenn gerade gutes Material zur Hand ist.

Alle diese Verhältnisse habe ich übrigens in meinem Buche eingehend geschildert. Ich muss die Interessenten daher auf den Text

S. 360 und folgende verweisen und bemerke nur noch, dass die resinogene Schicht im Alter resorbirt zu werden pflegt. Doch erfolgt diese Resorption sehr verschieden spät, kann wohl auch ganz unterbleiben.

Ich kann also nur die Hoffnung aussprechen, dass es auch Frau SCHWABACH mit der Zeit gelingen wird, die resinogene Schicht aufzufinden, besonders wenn sie zunächst günstigere Objecte heranzieht.

Der dritte Punkt betrifft das Auftreten von Tröpfchen in den secernirenden Zellen. Ich habe in der vorerwähnten Anmerkung (auf S. 356 meines Buches) die Vermuthung ausgesprochen, dass bei den SCHWABACH'schen Präparaten die Tröpfchen durch die Präparation in die secernirenden Zellen gelangten oder kein Harzbalsam, sondern fettes Oel waren.

E. SCHWABACH erklärt die erstere Vermuthung für „ganz ausgeschlossen". Ich halte das keineswegs für ganz ausgeschlossen. Denn die Erfahrung an Tausenden von Präparaten hat mich ganz im Gegentheil gelehrt, dass es ausserordentlich schwierig ist, ein Verschmieren des Harzbalsams zu vermeiden, und zunächst wird derselbe natürlich in die dem Kanal nächst benachbarten Zellen hineingeführt werden. Für mich sind daher nur jene Fälle von Beweiskraft gewesen — und ihre Zahl war Legion — wo in den secernirenden Zellen kein Harzbalsam sich fand.

Aber nehmen wir einmal an, die Tröpfchen seien bei den SCHWABACH'schen Präparaten wirklich nicht hineingeführt aus dem Kanal, sondern befänden sich an primärer Lagerstätte. Auch dies würde noch lange nicht beweisen, dass es wirklich Balsamtropfen sind und dass diese Balsamtropfen durch die Membran hindurch in den Kanal gelangen. Ich habe schon mehrfach darauf hingewiesen, dass es eine ganz willkürliche Annahme ist, wenn die Autoren jeden „Tropfen", der sich in der Umgebung eines Harzkanals findet, einfach kurzweg für Balsam, Harz oder dergl. erklären und ohne Weiteres die Identität dieser Tropfen mit denen, welche sich in den Kanälen finden, annehmen. Die schizogenen Kanäle eignen sich aber wegen der immer bestehenden Gefahr einer Verschmierung des Balsams über das Präparat nicht zu der Entscheidung der Frage, ob „Tropfen" anderen chemischen Charakters in den secernirenden Zellen vorkommen. Ich habe daher die Frage an den sog. secernirenden Hautdrüsen studirt. Hier liegen ja die Verhältnisse ganz ähnlich. Auch bei diesen sind secernirende Zellen vorhanden, auch bei diesen tritt das Secret nicht in ihnen, sondern in einer ausserhalb derselben liegenden Zone auf. Es ist aber eine ganz bekannte Erscheinung, dass auch die secernirenden Zellen, ja sogar die Stielzellen der Drüse „Tröpfchen" enthalten. Es gelang mir aber, zu

zeigen, dass diese „Tröpfchen“ nicht identisch sind mit den im subcuticularen Secretraum auftretenden. Ich konnte zeigen, dass diese „Tröpfchen“ theils Fett-, theils Gerbstoffcharakter besitzen.[1])

Um diesen Nachweis zu führen, habe ich noch in letzter Zeit die sämmtlichen Reagentien, welche gemeinhin als „Harzreagentien“ bezeichnet werden, besonders daraufhin geprüft, ob dieselben zur Unterscheidung von Harzbalsam und fettem Oel zu brauchen sind.

Als Harzreagentien werden benutzt das FRANCHIMONT'sche Reagens (Kupferacetat), Osmiumsäure, Chloral, Eisessig, Alkannatinctur, das RANVIER'sche Reagens (Chinolinblau oder Cyanin in 50 pCt. alkol. Kali), das BUSCALIONI'sche Reagens (Sudan III oder Biebricher Scharlach 1 : 200), HANSTEIN's Anilinviolett. Keines dieser Reagentien ist zur Unterscheidung von Harzbalsam und fettem Oel zu benutzen, ja auch nur zur sicheren Erkennung von Harzbalsamen überhaupt brauchbar.

Die genannten Farbstoffe werden unter gewissen Bedingungen auch von Fetttropfen gespeichert, gerade wie von Balsamtropfen. Osmiumsäure wird mit allen den Substanzen reagieren, die ungesättigte Verbindungen enthalten, also ebenso mit Oelsäure haltigen Fetten wie mit Benzolderivaten, also z. B. mit den Tannoiden, den Terpenen, den Oleolen, den Resinolsäuren etc., in denen sich ja überall doppelte Bindungen finden. Und in der That lässt sich leicht zeigen, dass Osmiumsäure sowohl Fetttropfen wie Balsamtropfen und Gerbstoffbläschen bräunt. Chloralhydrat soll Fette schwerer lösen, als Harzbalsam. Aber das Verhalten des Chloralhydrates zu den Harzsecreten ist, wie ich vor Kurzem gezeigt habe[2]), ganz abhängig von der chemischen Natur der einzelnen Bestandtheile. Es giebt in Chloralhydrat sehr leicht lösliche Balsambestandtheile (z. B. die meisten Resinolsäuren) und in Chloral gänzlich unlösliche (z. B. viele Resene, Terpene).

Der gleiche Grund macht auch das FRANCHIMONT'sche Reagens unbrauchbar. Seine Anwendung beruht darauf, dass gewisse Harzbalsame Resinolsäuren enthalten, welche Kupfersalze zu bilden vermögen. Demnach ist dies Reagens nur dann anwendbar, wenn ganz bestimmte Secrete vorliegen. Ich habe seine Anwendbarkeit geprüft und gefunden, dass es am besten noch bei Coniferen benutzbar ist, bei denen es ja auch FRANCHIMONT anwendete. Man muss aber die Objecte monatelang darin liegen lassen. Auch bei einigen Hyper-

1) Ich habe über diese Untersuchungen auf der Münchener Naturforscherversammlung berichtet und die bis dahin erlangten Resultate auch in mein Buch „Die Harze und die Harzbehälter“ aufgenommen. In einigen Wochen erscheint eine mit mehreren Tafeln versehene eingehendere Studie über die Verhältnisse von Herrn TUNMANN.

2) Archiv der Pharmacie, 1900.

icaceen und bei *Polyporus officinalis* gab es noch leidliche Resultate, weniger gut waren dieselben bei *Capsicum* und *Cannabis*. Bei allen übrigen versagte es. Das überrascht nicht. Denn nur in den Fällen, wo die Bildung grüner Kupfersalze gewährleistet ist, werden wir Resultate erwarten können. Dazu kommt aber noch, dass Kupfersalze auch auf Fettsäuren reagiren. So wird denn, wenn in einem Fette z. B. freie Oelsäure vorkommt, auch hier Reaction eintreten.

Frau SCHWABACH bedient sich des FRANCHIMONT'schen Reagens. Sie erhält deutliche Reaction im Kanal, die Färbung des Inhaltes der Epithelzellen dagegen war „erheblich weniger intensiv". Da die Objecte wochenlang in der Kupferlösung lagen und Salzlösungen sehr leicht durch alle Membranen diffundiren, so ist der Schluss, dass die geringere Reaction auf „erschwertes Eindringen" zurückzuführen ist, unzulässig. Viel wahrscheinlicher erscheint es, dass eben die Natur der Tröpfchen in den Epithelzellen eine andere war als die der Tropfen im Kanal.

Nach den besonders bei den secernirenden Haaren gesammelten Erfahrungen stehe ich gar nicht an, diese letztere Deutung als die wahrscheinlichere zu bezeichnen, falls die Tröpfchen nicht einfach durch das Messer hinübergebracht worden waren. Die gebildete Verbindung dürfte Kupferoleat gewesen sein oder die Kupferverbindung einer anderen resinogenen Substanz.

Was endlich die Methode der Unterscheidung von Fetten und ätherischen Oelen durch Erhitzen des Präparates betrifft, so ist zu bemerken, dass bei der Temperatur von 100–110° auch nicht alle sog. ätherischen Oele völlig flüchtig sind. Die höher siedenden Terpene und Polyterpene verflüchtigen sich hierbei nicht, und viele Oele verharzen bei der Erhitzung.

Mir hat zur Feststellung, ob ein Tropfen Fett oder Harzbalsam ist, die Verseifungsmethode noch die besten Resultate gegeben. Da ich dieselbe wiederholt beschrieben habe, setze ich sie als bekannt voraus. Sie gründet sich darauf, dass in den Harzsecreten sich fast immer Terpene finden, die unverseifbar sind, dass die Glycerinester der Fettsäuren schon in der Kälte sich mit Alkalihydraten verseifen lassen und diese Seifen in Wasser löslich sind. Die Methode, zunächst an den secernirenden Haaren geprüft, hat mir, wenn sie für die einzelnen Fälle individualisirt wurde, recht gute Resultate gegeben. Sie wird aber natürlich immer dann im Stiche lassen, wenn in Kali unlösliche Bestandtheile wie Resene, Terpene in den Secreten fehlen oder stark gegen die in Kali löslichen Oleole, Resinole und Resinolsäuren zurücktreten.

Es ist dies also ganz abhängig von der chemischen Natur des Harzsecretes. Dass diese chemische Natur der Harze eine ausserordentlich verschiedene ist, dies zu zeigen, war Aufgabe des ersten

Theiles meines Buches. Der Begriff „Harz" umschliesst gerade wie der Begriff „Gerbstoff" eine Menge der verschiedensten Substanzen, und dies ist auch der Grund, warum es ein allgemeines Harzreagens nicht giebt und nicht geben kann.

---

## 5. Hans Molisch: Ueber die Panachüre des Kohls.

Eingegangen am 21. Januar 1901.

Seit ungefähr sechs Jahren cultivire ich eine Kohlvarietät, *Brassica oleracea acephala*, welche während des Winters im Kalthause weissgrün gescheckte, sogenannte panachirte Blätter trägt.

Die Blattlamina erscheint theilweise grün, das Geäder, insbesondere das Hauptgeäder und dessen Umgebung, ist ganz lichtgrün, gelblich oder zumeist schneeweiss; durch diesen Gegensatz der grünen und weissen Farbe erhält das Blatt ein geschecktes Aussehen, ganz so wie ein panachirtes.

Die Panachüre meiner Kohlvarietät vererbt sich sowohl durch Stecklinge, wie durch Samen.

Alljährlich habe ich nun an mehr als 100 Exemplaren beobachtet, dass diese Panachüre im Sommer bei allen Individuen, gleichgiltig ob sie im freien Lande oder in Blumentöpfen, gleichgiltig, ob sie in fruchtbarer oder in magerer Erde gezogen wurden, völlig verschwand, um im Spätherbste, besonders aber im Winter im Kalthause, wieder in Erscheinung zu treten.

Wenn man im Frühjahr, etwa im April, alte Pflanzen oder junge bewurzelte Stecklinge, welche panachirt sind, in's Freie bringt und hier cultivirt, so werden in der Folgezeit die bereits vorhandenen, nicht zu alten panachirten, ebenso wie die neu entstehenden Blätter ganz grün. Während des Sommers wird man nur ganz ausnahmsweise ein Blatt finden, dessen Geäder und Lamina weisse Farbe aufweist. Sowie aber der October herannaht, stellt sich die Panachüre an den jüngsten, aus der Knospe sich hervorschiebenden Blättern wieder ein. Von Neuem nimmt bei der weiteren Cultur der Pflanzen im Kalthause die Panachüre immer mehr und mehr zu und erreicht etwa Ende Februar ihre höchste Ausbildung.

Die langjährige Beobachtung dieser Pflanzen, insbesondere aber

die Thatsache, dass die Panachüre, sofern der Herbst mit seinen kühlen Nächten früher einsetzte, sich früher einstellte, hingegen in sehr warmen Frühlingen eher verschwand, erweckte in mir die Vermuthung, dass die Temperatur das Erscheinen und Verschwinden der Kohlpanachüre bedinge.

Es ist leicht, sich von der Richtigkeit dieser Vermuthung zu überzeugen. Das Gewächshaus meines Institutsgartens besteht aus zwei Abtheilungen, von denen die eine als Warmhaus und die andere als Kalthaus dient Die Beleuchtungsverhältnisse in diesen beiden Abtheilungen sind völlig gleich. Im Monat December und Januar hat das Kalthaus durchschnittlich eine Temperatur von 4—7° C., das Warmhaus eine von 12—15° C.

Wenn ich nun die Panachüre der Blätter zum Verschwinden bringen wollte, so genügte es, die Kalthauspflanzen in das Warmhaus zu übertragen. Schon nach 8—14 Tagen begann das Verschwinden der weissen Flecken, nach einem Monat waren die Blätter, und zwar sowohl die schon vorhandenen, als auch die neu entstandenen völlig grün Wurden die nun grün gewordenen wieder in's Kalthaus gestellt, so stellte sich bei den neu hervorspriessenden Blättern die Panachüre wieder ein. Daraus geht hervor, dass für das Auftreten der Panachüre die Temperatur von massgebender Bedeutung ist, in dem Sinne, dass relativ niedere Temperatur die Panachüre erscheinen lässt, günstige Temperatur sie aufhebt oder überhaupt nicht zu Stande kommen lässt.

Nun wird es begreiflich, warum mit zunehmender Jahrestemperatur die Panachüre verschwindet, im Sommer gar nicht vorhanden ist und warum sie im Herbste, wenn die mittlere Tagestemperatur sinkt und die Nächte kühler werden, von Neuem erscheint.

Bekanntlich beruht die Panachüre auf inneren Ursachen, während das Etiolement auf Lichtmangel und die Chlorose auf Eisenmangel beruht. Das Merkwürdige bei der Kohlpanachüre liegt nun darin, dass sie im Gegensatz zur Panachüre anderer Pflanzen nur bei relativ niederer Temperatur auftritt und bei höheren vollends aufgehoben wird.

Nach Angaben in der Litteratur können auch andere äussere Factoren die Panachüre manchmal beeinflussen. So erwähnt A. Ernst[1]), dass in und um Carácas *Solanum aligerum* Schlecht. zuweilen Buntblätterigkeit aufweise, jedoch nur dann, wenn es auf magerem Boden wachse. Als er ein stark gescheckteṣ Exemplar von seinem mageren Standort in einen guten Gartenboden übertrug, verlor es „sehr bald sein elegantes Aussehen und verwandelte sich in ein unschönes Gewächse ohne alles gärtnerisches Interesse“.

Auch nach Bouché gelingt es in bestimmten Fällen panachirte

1) A. Ernst, Botanische Miscellaneen. Bot. Zeit. 1876, S. 33.

Pflanzen durch Umsetzen in nährstoffreiche Erde zur Bildung rein grüner Pflanzen zu veranlassen[1]).

Meine Beobachtungen über Kohl würden nun ein neues Beispiel dafür abgeben, dass das Auftreten der Panachüre von äusseren Factoren beeinflusst werden kann.

Es ist allgemein bekannt, dass der Chlorophyllfarbstoff nur innerhalb gewisser Temperaturgrenzen entsteht und dass unterhalb des Temperaturminimums für Chlorophyllbildung zwar noch Wachsthum stattfinden kann, aber keine Farbstoffbildung[2]). Daher ist zu erwägen, ob hier beim Kohl überhaupt eine Panachüre vorliegt und ob nicht das Ausbleiben der Chlorophyllbildung, wie bei vielen anderen Pflanzen, nur auf niedere Temperatur zurückzuführen ist.

Wenn gewisse Pflanzen, z. B. Hyazinthen, Narcissen oder Getreidearten im Frühjahr bei niederer Temperatur wachsen, so bilden sie gelbe Blätter. Die gelbe Farbe ist dann meist gleichmässig über das Blatt verbreitet. Hier spricht man niemals von Panachüre. Das, was meine Kohlvarietät auszeichnet, liegt in dem Umstande, dass sie bei niederer Temperatur nur vorwiegend längs des Geäders und in dessen Umgebung erbleicht, sonst aber grün erscheint. Das Blatt macht alsdann den Eindruck eines typisch panachirten. Doch will ich bemerken, dass meine Kohlpflanzen, wenn sie den ganzen Winter einer Temperatur von 2—6° C. im Kalthause ausgesetzt waren, gegen Ende des Winters auch total erbleichen und schneeweisse Blätter entwickeln können. In diesem Falle dürfte sich die Erscheinung der Panachüre mit der auch sonst bei vielen nicht panachirten Gewächsen vorkommenden vollkommenen Unterdrückung der Chlorophyllbildung in Folge von niederer Temperatur combiniren.

Pflanzenphysiologisches Institut der k. k. deutschen Universität in Prag.

1) A. B. FRANK, Pflanzenkrankheiten. III. Bd., S. 302 (1896).

2) J. SACHS, Flora 1864. — Ferner J. WIESNER, Die Entstehung des Chlorophylls. 1877, S. 95.

# Sitzung vom 22. Februar 1901.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

**Hallier**, Dr. **Hans**, Assistent am Hamburgischen Botanischen Museum und am Botanischen Laboratorium für Warenkunde in **Hamburg**, Borgfelder Mittelweg 94 (durch R. SADEBECK und E. ZACHARIAS),

**Wiedersheim**, Dr. **Walter**, in **Tübingen** (durch H. VÖCHTING und B. SCHMID),

ferner Frau

**Schwabach, E.**, in **Berlin W.**, Am Carlsbad 1 A (durch S. SCHWENDENER und P. SORAUER).

Zum ordentlichen Mitgliede ist proclamirt Herr:

**Tischler**, Dr. **Georg**, in **Heidelberg**.

## Mittheilungen.

### 6. Erich Tschermak: Weitere Beiträge über Verschiedenwerthigkeit der Merkmale bei Kreuzung von Erbsen und Bohnen.

Vorläufige Mittheilung.

Eingegangen am 19. Januar 1901[1]).

Durch die Wiederholung und Weiterführung der Kreuzungsversuche G. MENDEL's wurde — leider erst nach dem Tode dieses bescheidenen, genialen Forschers — dessen eigener Wunsch erfüllt,

1) Die ausführliche Abhandlung wird in der Zeitschrift für das landwirthschaftliches Versuchswesen in Oesterreich erscheinen. Die Arbeit ist an dieser Stelle auf Wunsch des Autors mit Verzögerung eingerückt worden.

den er in seiner Abhandlung Versuche über Pflanzenhybriden[1]) selbst zum Ausdruck gebracht hatte. Vollbewusst von der Tragweite einer Verallgemeinerung seiner aus einem umfangreichen Versuchsmateriale an Erbsen- und Bohnenmischlingen weiterhin auch von *Hieracium*-Bastarden gefolgerten Sätze hält er die Wiederholung seiner Versuche und ihre Ausdehnung auf andere Pflanzenarten für wünschenswerth. vermuthet aber doch, „dass in wichtigen Punkten eine principielle Verschiedenheit nicht vorkommen könne, da die Einheit im Entwickelungsplane des organischen Lebens ausser Frage steht".

Meine im vorigen Jahre publicirten Versuche „Ueber künstliche Kreuzung bei *Pisum sativum*"[2]) bezogen sich unter anderem auf das Verhalten der durch heteromorphe Xenogamie verschiedener Erbsensorten erhaltenen ersten[3]) und zweiten Samengeneration, sowie auf das Verhalten einzelner vegetativer Merkmale (Höhe, Hülsenform) in der ersten Mischlingsgeneration. Hier sei nur ganz kurz das Resumé meiner weiteren Beobachtungen über das Verhalten der Cotyledonenmerkmale (hauptsächlich in Fällen von zweiter oder dritter Samengeneration), sowie solcher der Samenschale und einzelner „vegetativer" Merkmale bei Erbsen- und Bohnenmischlingen (erster oder zweiter Generation), sowie bei einem Bastard zwischen *Phaseolus vulgaris* Savi und *Phaseolus multiflorus* Willd. gegeben.

G. MENDEL hatte an Thatsächlichem erkannt, erstens, dass gewisse Merkmale nur alternirend an seinen Hybriden zur Ausprägung kamen. Er fand zweitens, dass die Zahl der Träger des einen sog. dominirenden und des anderen sog. recessiven Merkmales in einem für jede Generation bestimmten Verhältnisse stehen, drittens, dass die Träger des sog. recessiven Merkmales durchwegs, jene des sog. dominirenden Merkmales in einem bestimmten Procentsatze (33,3 pCt. oder 1 : 3) samenbeständige Formen darstellen, dass also eine gewisse „Spaltung" der Mischung (DE VRIES) eintritt. Diese drei Sätze, nämlich der Satz von der gesetzmässigen Masswerthigkeit der Merkmale, der Satz von der gesetzmässigen Mengenwerthigkeit der Merkmale, der Satz von der gesetzmässigen Vererbungswerthigkeit oder Spaltung der Merkmale, bilden den Kern der „MENDEL'schen Lehre von der gesetzmässigen Verschiedenwerthigkeit der Merkmale für die

1) Verh. des Naturf. Vereines in Brünn, Bd. IV 1865 und Bd. VIII 1869.

2) Zeitschrift für das landw. Versuchswesen in Oesterreich, 5. Heft, 1900.

3) Form und Farbe des Speichergewebes können als Cotyledonenmerkmale der daraus erwachsenden Pflanze bezeichnet, also an den Samen bereits Merkmale der Folgegeneration (der Mischlinge) abgelesen werden. Demnach bezeichne ich die durch künstliche Bestäubung erhaltenen Kreuzungsproducte als erste Samengeneration.

Vererbung" (H. TSCHERMAK). Im Sinne von MENDEL kommen also bei dem Studium von Kreuzungsproducten verschiedener Formen (aus heteromorpher Xenogamie) drei Punkte in Frage. In erster Linie die Masswerthigkeit (das relative Ausmass) der beiden dasselbe Gebilde betreffenden Merkmale, d. h. ob nur das eine der beiden zur Ausprägung kommt (absolute Masswerthigkeit) oder beide zugleich (relative Masswerthigkeit mit deutlicher Praevalenz bezw. Minderwerthigkeit des einen oder mit angenäherter Gleichwerthigkeit beider Merkmale). MENDEL hat für die von ihm studirten Merkmale an verschiedenen Erbsenrassen und an Bohnenrassen bezw. -Arten eine volle Exclusion, ein reines Alterniren angegeben. Dem gegenüber haben CORRENS[1]) und ich[2]) bereits betont, dass ein solches alternirendes Vorkommen, eine reine Ausprägung bloss des einen der elterlichen Merkmale — so dass der Bastard oder Mischling in seiner äusseren Erscheinung ein Merkmalsmosaik aus väterlichen und mütterlichen Elementen darstellen würde — bloss für gewisse Merkmale, z. B. für Samenmerkmale (Farbe und Form der Cotyledonen) — im Allgemeinen — gelte. Bei anderen, speciell vegetativen Merkmalen kommt sicher eine gleichzeitige Ausprägung, also eine manifeste Merkmalsmischung vor. Ich fand bei den von mir benützten Erbsensorten bezüglich der Form und Farbe der Cotyledonen, wenn auch nur sehr selten, in der ersten Generation eine deutliche Mischung, constatirte also eine fast absolute Massprävalenz oder Massdominanz der Merkmale gelb und rund gegenüber grün und runzelig. Auch in den späteren Generationen zeigten die Samen- oder Cotyledonenmerkmale fast allgemein absolute Masswerthigkeit, sowohl das sog. dominirende als das sog. recessive.

An zweiter Stelle ist im Sinne von MENDEL das Problem der Mengenwerthigkeit zu behandeln, d. h. die relative Zahl der Träger des einen (allein oder prävalent ausgeprägten) Merkmales in Vergleich zu den Trägern des anderen correspondirenden Merkmales in den einzelnen Mischlingsgenerationen. MENDEL fand bekanntlich die Cotyledonenmerkmale gelb und rund an Erbsen in der ersten Generation an allen Producten der künstlichen Kreuzung ausgeprägt, also von absoluter Mengenwerthigkeit. GILTAY[3]), CORRENS und ich konnten dies bestätigen; allerdings schienen mir ganz selten Ausnahmen vorzukommen (l. c. S. 44). In der zweiten Samengeneration constatirten die beiden letztgenannten Untersucher in Bestätigung von MENDEL eine nur relative Mengenwerthigkeit der betreffenden Merkmale, ausgedrückt durch das Verhältniss 3 : 1. —

1) Berichte der D. Bot. Ges., 18. Heft 4, 1900.

2) l. c. p. 43 ff. und Tab. XII.

3) Ueber den directen Einfluss des Pollens auf Frucht- und Samenbildung. PRINGSH. Jahrb., Bd. XXV, Heft 3.

Bezüglich mehrerer vegetativer und der Samenschalenmerkmale hat Mendel absolute Mengenwerthigkeit für die erste Mischlingsgeneration angegeben. Ich selbst habe schon früher das Merkmal „hoch“ gegenüber „niedrig“ bei gewissen Erbsensorten in der ersten Generation (wenigstens anscheinend!) als gleichfalls von absoluter Mengenwerthigkeit und theils absoluter, theils bloss prävalenter Masswerthigkeit befunden. Weitere analoge Beobachtungen werden im Folgenden mitgetheilt. Es sei hier auf die Möglichkeit hingewiesen, dass gewisse Merkmale selbst in mehreren Anfangsgenerationen absolute Mengenwerthigkeit zeigen könnten, während in den späteren Generationen bei einem gewissen Procentsatze das recessive Merkmal in Erscheinung treten würde.

Die Vererbungswerthigkeit (oder Spaltung) der Merkmale im Sinne von Mendel ergiebt sich aus der Zusammenfassung der Mengenwerthigkeit in einer Folge von Generationen. Die von Correns und mir in Folgendem bestätigten Sätze, dass einerseits ein an Hybriden einmal aufgetretenes recessives Merkmal bereits (fast) constant bleibt, also (fast) absolute Vererbungswerthigkeit besitzt, andererseits ein Theil, aber auch nur ein Theil der Träger eines dominirenden Merkmales mit diesem samenbeständig wird, sind für die praktische Züchtung durch künstliche Kreuzung von besonderer Bedeutung. Eine exacte und detaillirte Lehre von der Werthigkeit der Merkmale, die für jedes einzelne Merkmal, dessen Mass-, Mengen- und Vererbungswerthigkeit man erst experimentell feststellen oder wenigstens aus verlässlichen älteren Erfahrungen ableiten müsste, bildet die Voraussetzung und das Instrument einer rationellen Mischlings- und Bastarderzeugung, einer Züchtung neuer Rassen durch Kreuzung von vorhandenen.

---

I. In meiner früheren Arbeit wurde über künstliche Kreuzung zahlreicher reiner Erbsensorten berichtet. Es hatten sich dabei die Cotyledonenmerkmale gelbe Farbe und glatte Form gegenüber der grünen und der runzeligen in der ersten Generation als fast in allen Fällen von absoluter Masswerthigkeit und von fast absoluter Mengenwerthigkeit erwiesen. Der Anbau jener vermeintlichen Ausnahmsfälle, bei welchen die Bestäubung einer castrirten grünsamigen Sorte mit einer gelbsamigen Mischsamigkeit ergab, erbrachte den Beweis, dass infolge mangelhafter Castration Doppelbestäubung stattgefunden hatte. Das vegetative Merkmal „glatte, gewölbte Hülsenform“ zeigte sich, übereinstimmend mit den Beobachtungen Mendel's, gegenüber der runzeligen, eingeschnürten Hülsenform (Zuckerhülse) bei meinen Versuchspflanzen in der ersten Mischlingsgeneration als von absoluter (Mass- und) Mengenwerthigkeit. Die Beurtheilung der Werthigkeit des Höhenmerkmales ist dadurch complicirt, dass

die heteromorphe Xenogamie an und für sich bei einzelnen Sorten geradezu einen Höhenüberschuss über Vater- und Muttersorte veranlasst, jedoch gehörten alle Mischlinge der ersten Generation derselben Grössenordnung an, das vegetative Merkmal „hoch" zeigte also in der ersten Generation absolute Mengenwerthigkeit, gerade so wie die Cotyledonenmerkmale. Es galt nun andere vegetative Merkmale bezüglich ihrer Mass- und Mengenwerthigkeit in der ersten Mischlingsgeneration zu studiren. Solche boten die Blüthenfarbe, die rothviolette Pigmentirung in den Blattachseln, sowie an den Stengeln, sehr selten auch an den Hülsen, die Färbung der Samenschale und die Hülsenform bei *Pisum arvense*, Sorte „Graue Riesen".[1]) gegenüber verschiedenen Sorten von *Pisum sativum*, zwischen denen im vorigen Jahre Kreuzungen vorgenommen worden waren. Als Ergänzung zu meinen früheren Angaben (l. c. S. 39) bezüglich der Cotyledonenmerkmale der ersten Generation bei der Sorte „Graue Riesen" ist zu bemerken, dass der Gelbfärbung der Cotyledonen gegenüber grün absolute Mass- und Mengenwerthigkeit zukam, während für die Form ausschliesslich die jeweilige Mutter bestimmend war. Bei Bestäubung von rund-glatten Sorten von *Pisum sativum* mit *Pisum arvense* (flach, oft schwach gerunzelt) waren die Kreuzungsproducte rund-glatt, im umgekehrten Falle glichen sie gänzlich den Producten der Selbstbefruchtung von *Pisum arvense*. Dieses Ergebniss steht im Gegensatze zu dem Befunde von MENDEL und mir, dass dem Merkmale „(stark) runzelig" bei echten Markerbsen, z. B. Rasse „Telephon", gegenüber rund (in der Regel) absolute Masswerthigkeit im Sinne von Recessivität und zwar unabhängig vom Geschlechte des „Ueberträgers" zukommt. In Analogie zu dem obigen Befunde steht die Angabe von CORRENS, dass die glatten Cotyledonen der „grünen späten Erfurter Folgererbse" gegenüber den schwachfaltigen der „Pahlerbse mit purpurrothen Hülsen" nicht dominiren.[2]) Die Mischlinge lieferten, ob nun *Pisum arvense* deren

1) Dieselbe wird 150—170 *cm* hoch. Die Ansatzstellen der Blätter, besonders der Stipulae, sind rothviolett gezeichnet. Desgleichen zeigen der Stengel, die Blatt- und Blüthenstiele, in sehr seltenen Fällen auch die Hülsen, eine unregelmässig vertheilte violette Färbung. Die Blüthen sind gross, die Fahne blassviolett-rosa, die Flügel purpurn. Die Samen flach, seitlich zusammengedrückt, selten ganz glatt, meist mehr oder weniger stark gerunzelt, zeigen jedoch nie den Charakter der cubischen, tiefgerunzelten Markerbsen. Samenschale auf grünlich-gelbem Grunde purpurschwarz punktirt. Die Punktirung ist mehr oder weniger deutlich, öfters ganz verwaschen und kaum sichtbar. Der Nabel ist lichtbraun gefärbt. Die Samenschale zeigt demnach verschiedene Farbentöne, doch trat nie das violette Pigment besonders in den Vordergrund. Die Samenmerkmale sind also, was die Form der Cotyledonen und die Farbe der Samenschale betrifft, sehr variabel. Die Hülsen sind breit, gerade verlaufend mit stumpfem Ende, ohne zähe Innenhaut, bei der Reife um die locker sitzenden Samen eingezogen.

2) Bot. Cbl., Nr. 43, S. 11, 1900.

Vater oder Mutter gewesen, also gleichgiltig, ob ihre Cotyledonen das Formmerkmal glatt-rund oder flach-runzelig getragen hatten, bei Selbstbefruchtung Samen vom Formcharakter von *Pisum arvense*. Das Formmerkmal flach-runzelig hat also nach Wegfall des mütterlichen Einflusses absolute Mass- und Mengenwerthigkeit gegenüber dem Formmerkmal rund-glatt gewonnen. (Ein schöner Beweis hierfür wird auch dadurch erbracht, dass die Kreuzung der Mischlinge erster Generation von *Pisum sativum* und *Pisum arvense* und umgekehrt mit einer *Pisum sativum*-Elternsorte ausschliesslich Samen mit dem Formmerkmal von *Pisum arvense* ergiebt.) Die Farbemmerkmale gelb und grün der zweiten Samengeneration zeigten anscheinend absolute Masswerthigkeit und relative Mengenwerthigkeit im Durchschnittsverhältnisse von 3:1. Bezüglich der vegetativen und Samenschalenmerkmale der ersten Mischlingsgeneration fand ich durchwegs in Uebereinstimmung mit MENDEL's Versuchen, die auch *Pisum arvense* betrafen (S. 11), absolute Mengenwerthigkeit analog dem Verhalten der Cotyledonenmerkmale in der ersten Samengeneration. Bezüglich des Höhenmerkmales dominirte in einem Falle (neue Sortencombination) der niedrigere Muttertypus im Gegensatz zu früher erhobenen Befunden, in zwei Fällen nahmen die Mischlinge Mittelstellung ein. In den Fällen von gleicher Höhe der Elternsorten gehörte der Mischling, wie früher schon gefunden, derselben Grössenordnung an. Die in meinen Versuchen (wie in denen MENDEL's, excl. Nabelmerkmal) stets neben einander vorkommenden Merkmale, rothe Blütenfarbe, rothviolette Pigmentirung an den Ansatzstellen der Blätter, gelblich-grüne Samenschale mit dunkelpurpurner Punktirung, lichtbrauner Nabel, zeigten, gleichgiltig ob der Vater- oder Muttersorte eigenthümlich, in der ersten Mischlingsgeneration absolute Masswerthigkeit oder Dominanz, das Merkmal dunkelpurpurne Punktirung, sowie manchmal die violette Pigmentirung an den Ansatzstellen der Blätter und an den Stengeln sogar beträchtliche Verstärkung. Bei einem Mischling war die Samenschale von 34 Erbsen unter 164 sogar gleichmässig schwarzpurpurn gefärbt, sammetartig glänzend, nur an wenigen dieser Samen war noch ein kleiner gelblich-grüner Fleck mit violetten Punkten eingesprengt. Während es sich bei ähnlichen von LAXTON und DARWIN[1])

---

1) Variiren der Thiere und Pflanzen, I. Bd, 11. Cap. LAXTON erhielt durch die Bestäubung einer Blüthe der hohen Zuckererbse ♀ (rothblühend mit Purpurzeichnung auf den Stipulae, dünnen grünen, beim Trocknen bläulich-weiss werdenden Hülsen und mikroskopisch kleinen Purpurflecken auf der grünlich-braunen Samenhaut) mit dem Pollen der purpurhülsigen Erbse ♂ (rothblühend, rothe Zeichnung in den Blattachseln, dünne dunkelpurpurne Hülse, grau-rothe Samenschale) eine purpurroth schattirte Hülse, welche eine Erbse von einer gleichförmigen schön violettpurpurnen Färbung und eine zweite mit unregelmässiger purpurwolkiger Zeichnung ent-

ausgeführten Versuchen um Xenienbildungen[1]) handeln würde, trat in meinen Versuchen ein analoger Effect bezüglich der Färbung der Samenhaut erst in der ersten Mischlingsgeneration ein. DARWIN hält es für kaum zweifelhaft, „dass die Neigung dieser Production von Purpur in beiden Eltern vereinigt, die Färbung der Erbsen in der gekreuzten Schote modificirt hat". Meine Kreuzungen zwischen purpurproducirenden und purpurlosen Erbsen- und Bohnensorten (siehe später!) beweisen, dass das verstärkte Auftreten purpurner Pigmentirung in der zweiten Samengeneration bei meinen Versuchen nicht auf eine Summirung der Neigung beider Eltern zur Purpurbildung zu beziehen ist, sondern in einer einfachen Verstärkung des dominirenden Pigmentmerkmales der einen Elternsorte begründet ist. Wenn auch die Färbung der Samenschale in meinen Versuchen einen ganz anderen Charakter annahm, als er sich an den durch Selbstbefruchtung gewonnenen Samen der Sorte „Graue Riesen" ausgeprägt findet, so kann hier meines Erachtens doch nicht von dem Auftreten eines ganz neuen Merkmales gesprochen werden, sondern nur von verstärkter Ausprägung eines an einem Elter verhältnissmässig sehr schwach vorkommenden Merkmales. Unabhängig vom Geschlechte des „Ueberträgers" dominirte ferner die gewölbte, glatte Hülsenform gegenüber der eingeschnürten, runzeligen (Zuckerhülse), die stumpf endigende gegenüber der spitz auslaufenden.

II. Einige Samen, welche im vorigen Jahre durch künstliche Kreuzung neuer reiner Sorten mit nur einem Paare differirender Cotyledonenmerkmale an *Pisum sativum* gewonnen waren, wurden zum Studium der Werthigkeit „isolirter" Samenmerkmale und gewisser vegetativer Merkmale (in der ersten Generation) angebaut. Es ergab sich bei diesen Combinationen im Gegensatze zu anderen Verbindungen kein Ueberwiegen des (allerdings nicht viel) höheren Typus, in einigen Fällen dominirte sogar der niedrigere. Von den Hülsenformen dominirte die stumpfe, kurz abgestutzte gegenüber

hielt. Bei Wiederholung desselben Versuches erhielt DARWIN zwar weder purpurn gefärbte Hülsen, noch gleichförmig purpurne Erbsen, doch war die Samenhaut der Kreuzungsproducte viel auffallender purpurroth gefärbt und wolkig gezeichnet, als dies bei den durch Selbstbefruchtung gewonnenen Erbsen zu bemerken war.

1) Die Bezeichnung „Xenien" ist, wie ich dies schon früher betont habe, für die Veränderungen der Cotyledonen bei Leguminosen, die eines echten Endosperms ermangeln und dafür als Ersatzbildung seitens der Eizelle bezw. des Embryos selbst ein „Speichergewebe" aufweisen, ganz unberechtigt. Aber auch für die Abänderung eines echten Endosperms, also des Productes einer hybriden Embryosackbefruchtung, erscheint mir jenes Wort wenig passend. Die älteren Angaben über das (durchaus fragliche) Vorkommen von „Xenien" behaupten ja im Allgemeinen eine specifische Veränderung an rein mütterlichen Theilen jenseits von Eizelle und Embryosack im Anschluss an hybride Befruchtung.

der zugespitzten, die schmale gegenüber der breiten. Die genannten vegetativen Merkmale zeigten wiederum absolute Mengenwerthigkeit in der ersten Mischlingsgeneration. Die Farben- und Formmerkmale der zweiten Samengeneration zeigten wieder die gewöhnliche relative Mengenwerthigkeit. Es scheint mir wichtiger zu betonen, dass an den Mischlingen erster Generation nur die Cotyledonenmerkmale an einer und derselben Pflanze und in einer und derselben Hülse gemischt vorkommen, während von den vegetativen Merkmalen das dominirende und das recessive anscheinend stets getrennt nach einzelnen Pflanzen ausgeprägt sind, also wenigstens augenfällige Mosaikbildungen mit ungleich gearteten Blüthen, Hülsen u. dergl. ganz fehlen. Bei nicht absoluter Masswerthigkeit der Merkmale ist die Merkmalsmischung an den einzelnen Organen einer Pflanze wenigstens in der Regel gleich beschaffen, fehlen also gleichfalls Mosaikbildungen. Eine solche Verschiedenheit der vegetativen und der Samenmerkmale und zwar für eine Reihe von Generationen hat bereits MENDEL angegeben. Bezüglich der zweiten hybriden Samengeneration sei nach dem Beispiele MENDEL's hervorgehoben, dass weder an der einzelnen Mischlingspflanze, noch gar in der einzelnen mischsamigen Hülse die Träger des dominirenden und des recessiven Merkmales sich stets im Zahlenverhältnisse 3 : 1 finden. Ein solches ist nur aus grösseren Summen zu gewinnen. Finden sich doch reichlich (in meinen Versuchen 18—29 pCt.) gleichsamige, gelbkörnige Hülsen vor, hingegen sind analoge mit ausschliesslich recessivmerkmaligen Samen äusserst selten.

Auch in Betreff der vegetativen Merkmale, Höhe, Hülsenform, Blüthenfarbe und Purpurpigmentirung und des Farbenmerkmales der Samenschale in der ersten Mischlingsgeneration stimmt das Ergebniss meiner Versuche, nämlich absolute Mengenwerthigkeit (bei theils absoluter, theils relativer Masswerthigkeit) mit den Angaben MENDEL's, denen allerdings ein viel umfassenderes Material zu Grunde liegt, völlig überein. MENDEL bemerkt mit Recht, dass man jedesmal alle geernteten Samen anbauen müsste, um sich dann genau zahlenmässig ausdrücken zu können. Doch war mir dies aus Mangel an Raum und Hülfskräften einfach unmöglich.[1])

1) MENDEL hat hingegen bei *Hieracium*-Bastarden Ungleichförmigkeit schon in der ersten Generation gefunden, auch zeigten sie im Gegensatze zu seinen Erbsenmischlingen zum Theil Mischung der elterlichen Merkmale (im Gegensatze zur rein alternirenden Ausprägung bei MENDEL's *Pisum*-Mischlingen), zum Theil ausgesprochen „goneoklinisches Verhalten", also Ausbleiben einer „Spaltung" (l. c. S. 29). CORRENS hat hinwiederum bei der Kreuzung von *Matthiola incana* und *glabra* (Bot. Centralblatt Nr. 43, 1900, S. 103) gewisse vegetative und Samenschalenmerkmale (2, 3, 5, 6, 8) in der ersten Mischlingsgeneration von absoluter Mengenwerthigkeit bei absoluter Masswerthigkeit befunden. Andere (1, 4, 7) hingegen zeigten bloss relative Mengenwerthigkeit, bei wechselnder relativer Masswerthigkeit oder Mischung

Erwähnt sei hier noch die Ausführung eines im vorigen Jahre geplanten Versuches, nämlich die Kreuzung einer Sorte mit dominirendem Farben- und recessivem Formmerkmal der Samen (also gelb runzelig) und einer solchen mit recessivem Farben- und dominirendem Formmerkmal (grün rund), sowie der reciproke Fall. Bezüglich der Form des Kreuzungsproductes zeigte analog den Versuchen im vorigen Jahre (über andeutungsweise Merkmalsmischung) (s. oben) jede Elternsorte relativ mehr Einfluss auf dasselbe, wenn sie die Samenknospe, als wenn sie den Pollen lieferte, unbeschadet der Ueberlegenheit der Merkmale gelb-rund über die Merkmale grün-runzelig. In der ersten Generation besteht also auch hier absolute bezw. relative prävalente Masswerthigkeit und absolute Mengenwerthigkeit der Merkmale gelb-glatt gegenüber grün-runzelig, trotz der Vertheilung der beiden dominirenden Merkmale auf beide Eltern.

III. Zum Studium der Werthigkeit der Merkmale an Erbsenmischlingen **zweiter Generation** wurden die Nachkommen von Mischlingen, deren Eltern bezüglich der Samen (Cotyledonen) a) nur ein Paar, b) zwei Paare differenter Merkmale aufgewiesen hatten, geprüft. Zu diesem Zwecke wurden für die Versuchsreihe a) Erbsen, welche das dominirende und solche, welche das recessive Farben- oder Formmerkmal an sich trugen und aus **mischsamigen** Hülsen der ersten Mischlingsgeneration stammten, getrennt von einander im Freien angebaut, sowie auch solche Erbsen desselben Mischlings mit dominirendem Farben- oder Formmerkmal, welche aus möglichst vollzähligen **gleichsamigen** Hülsen stammten, die ausschliesslich Samen mit dominirender Farbe oder Form enthielten. Die Nachkommen der letzteren verhielten sich bezüglich ihrer Merkmalswerthigkeit genau so wie die Mischlinge aus dominantmerkmaligen

(für 4 und 7). In der zweiten Generation trat durchwegs Vielgestaltigkeit bezw. Spaltung, also relative Mengenwerthigkeit ein. — Im Gegensatz zu den Befunden an Erbsen- und Bohnenmischlingen hingegen in Uebereinstimmung mit jenen an *Hieracium*-Bastarden stehen in Bezug auf Mehrgestaltigkeit schon der ersten Generation die umfassenden Versuche von de Vries an verschiedenen *Oenothera*-Arten. Angesichts der sehr wechselnden Zahlenverhältnisse der verschiedenen Formen, welche sich übrigens als beeinflussbar durch gewisse Massregeln erwies, bemerkt de Vries: „Aus diesen Zahlen ergiebt sich die Folgerung, dass die Ungleichförmigkeit der ersten Generation unechter Bastarde leicht übersehen werden oder gar fehlen kann. Extreme Versuchsbedingungen können, namentlich bei geringem Umfang der Saaten, leicht nur den einen Typus hervortreten lassen. In solchen Fällen muss man aber sehr vorsichtig sein, denn es ist dann nach einer einzigen Aussaat sogar nicht zu entscheiden, ob die ausgeführte Kreuzung eine erbgleiche oder eine erbungleiche sei. Nur die Wiederholung des Versuches in einem grösseren Massstab oder das Studium der zweiten Generation bringt dann die Entscheidung.“ (Ber. der D. Bot. Ges. 1900, Heft 9, S. 440.)

Erbsen der mischsamigen Hülsen, — sie brachten nämlich keinen höheren Procentsatz gleichsamiger Hülsen — weshalb die Besprechung beider Mischlingsgruppen gemeinsam erfolgen kann. Für die Versuchsreihe b) wurden die Samen mit den Merkmalen gelb-glatt, grün-glatt, gelb-runzelig, grün-runzelig separat angebaut. Auch hier verhielten sich die Abkömmlinge aus gleichsamigen Hülsen mit gelbglatten Körnern bezüglich der Samenproduction ganz analog den gelben Samen aus mischsamigen Hülsen (oft mit viererlei Samen). Das Resumé über Gruppe a) lautet: Es war im Gegensatze zu Mendel's weit umfassenderen Versuchen bezüglich der vegetativen Merkmale erst in der zweiten Mischlingsgeneration Mehrgestaltigkeit bezw. Spaltung eingetreten, allerdings nicht durchwegs rein nach den Merkmalen der Elternsorten unter Ausschluss von Mittelformen und Mosaikbildungen. In einigen Versuchsreihen wurden im Gegensatze zur Regel „Gleichförmigkeit an einem und demselben Individuum" vereinzelt (andeutungsweise) Mosaikbildungen constatirt. Das Verhältniss der hohen und niedrigen Pflanzen war 71 : 18 = 3,9 : 1 (nach Mendel 3 : 1), jenes der mischsamigen und gleichsamigen Individuen aus dominantmerkmaligen Samen 36 : 23 = 1,6 : 1 (nach Mendel 2 : 1), das der gelben und grünen Erbsen dritter Samengeneration 2149 : 624 = 3,4 : 1, der glatten und runzeligen 564 : 190 = 2,9 : 1. Die Mischlinge mit recessiven Cotyledonenmerkmalen zeigten mit Ausnahme von zwei Fällen (5 ge unter 317 gr, bezw. 8 sehr schwach gerunzelte unter 322 typisch runzeligen) absolute Vererbungswerthigkeit bezw. Mengenwerthigkeit in der dritten Samengeneration, wie dies Mendel lehrt. Auch die beiden Ausnahmsfälle sind fraglich, der eine wegen der Möglichkeit ungewollter Doppelbestäubung, der zweite wegen analoger Variation der betreffenden reinen Sorte selbst. Bezüglich der Gruppe b) ergiebt sich Folgendes: Die Höhe der Mischlinge blieb dieselbe, wie in der ersten Mischlingsgeneration, wobei zu bemerken ist, dass die Höhen der Stammsorten in diesen Versuchsreihen nur wenig von einander differirten. Bezüglich der Hülsenformen zeigten die Mischlinge sowohl Uebereinstimmung mit der reinen Elternform als Mittelstellungen, sowie Mosaikbildungen. Jene Mischlinge, welche aus gelben glatten Samen hervorgegangen waren, lieferten — der Selbstbefruchtung überlassen — viererlei Samen, und zwar im Verhältnisse ge gl : gr gl : ge rzl : gr rzl = 575 : 178 : 167 : 60 = 9,6 : 2,96 : 2,8 : 1 (nach Mendel zu erwarten 9 : 3 : 3 : 1). Solche Individuen, deren Cotyledonen grün-glatt gewesen waren, producirten gr gl und gr rzl — die mit gelben runzeligen im Allgemeinen nur ge rzl und gr rzl Samen (1 Ausnahmsfall neben 105 rzl 23 gl) —, die mit grün-runzeligen wieder gr rzl Samen (ausgenommen 1 Hülse mit gelben neben grünen). Bezüglich des Verhaltens der Cotyledonen-

merkmale stehen meine Beobachtungen in allem Wesentlichen in Uebereinstimmung mit MENDEL's klassischen Feststellungen[1]).

IV. Ueber künstliche Kreuzung bei *Phaseolus vulgaris* Savi und *Ph. multiflorus* var. *coccineus* Lam. Die künstliche Bestäubung ist bei *Phaseolus* nicht so leicht und rasch ausführbar wie bei *Pisum*. Sie gelang erst nach vielen missglückten Versuchen etwas leichter, nachdem ein Mittel gefunden war, welches die Castration der Blüthe unnöthig machte, ohne dass eine Bestäubung mit eigenem Pollen — die Antheren platzen bereits im Knospenzustande der Blüthe — zu befürchten war. An der Bohnenblüthe besitzen nämlich die Flügel, welche als Hebel zum Abwärtsbiegen des Schiffchens fungiren, einen zahnartigen Fortsatz an ihrer Basis (gewissermassen den Gelenkskopf), der in eine entsprechende Einsackung (die Gelenkspfanne) des Schiffchens passt. Wird dieser Mechanismus durch starkes Drücken auf den linken Flügel zu heftig in Bewegung gesetzt, so dass der Gelenkskopf völlig aus der Pfanne gehoben wird, dann kehrt das Schiffchen nicht mehr in seine frühere Lage zurück und der Griffel bleibt unbedeckt und ragt dauernd frei aus der Schiffchenspitze hervor. Nachdem diese Erfahrung über Blosslegen des Griffels durch Luxation des linken Flügels gewonnen war, konnte das schwierige Entfernen des Schiffchens und die Castration unterbleiben. Da bei *Phaseolus multiflorus* die Selbstbestäubung auch bei schon geplatzten Antheren nicht zu befürchten ist, genügte es unmittelbar vor dem Oeffnen der Knospe die Blüthen künstlich zu entfalten und auf die beschriebene Methode die Stellung der Blumenkronenblätter zu fixiren. Bei *Ph. vulgaris* lehrte die Praxis, dass im zu jugendlichen Knospenstadium der Gelenksmechanismus noch nicht hinreichend functionirte, andererseits bei zu vorgerücktem Knospenstadium Selbstbestäubung bereits eingetreten war. Wurde der richtige Zeitpunkt getroffen, etwa zwei Tage vor dem normalen Aufgehen der Knospe, dann gelang es, die noch unbestäubte Narbe dauernd blosszulegen. Als Bestäuber benutzte ich wieder Schreibfedern. Die einzelnen Blüthen wurden durch Gazesäckchen vor Insectenbesuch geschützt, die empfindlichen Blüthen von *Ph. multiflorus* vertrugen das relativ enge Einzeleinschliessen nicht, weshalb die Blüthentrauben im Ganzen durch grössere Säckchen geschützt wurden.

Ein directer Einfluss des Pollens auf die Samen, speciell auf die

---

1) Allerdings sind meine Versuchsreihen zu gering, um gleich den umfassenden MENDEL's den beweiskräftigen Schluss zu gestatten, dass die Nachkommen der Hybriden, in welchen mehrere wesentlich verschiedene Merkmale vereinigt sind, Glieder einer Combinationsreihe darstellen, in welchen die Entwickelungsreihen für je zwei differirende Merkmale verbunden sind" (l. c. S. 22).

Form der Cotyledonen oder gar auf die Farbe der Samenschale[1]) wurde in keinem Falle constatirt. (Also weder directer embryonaler Kreuzungseffect, noch Xenienbildung.) In der ersten Generation meiner Bohnenmischlinge (Stammeltern: verschiedene Sorten von *Phaseolus vulgaris*) hatten sich zahlreiche vegetative Merkmale (lange Axe, violette Blüthenfarbe, grüne Farbe der unreifen Hülse, Wölbung [Walzenform] der Hülse, Glätte oder schwache Einziehung der Hülse gegenüber kurzer Axe, weisser Blüthenfarbe, gelber Farbe der unreifen Hülse, Flachheit der Hülse, [starker] Einschnürung der Hülse) und gewisse Samenmerkmale (dunkelbrauner [innerer] Nabelring gegenüber weissem Nabelring) in allen Combinationen als absolut masswerthig erwiesen, die Violettfärbung von Blüthe und Hülse war sogar verstärkt worden. Ein verschiedenes Verhalten in den einzelnen Combinationen zeigten folgende Formmerkmale der Hülsen und der Samen. So erwies sich die Langform der Hülse der Muttersorte „Mettes Schlachtschwert" in einem Falle gegenüber der kürzeren Form der Hülse (bei „Wachsdattel") als absolut masswerthig und zwar dominant, in einem anderen Falle als relativ masswerthig im Sinne von Gleichwerthigkeit (Mittelstellung). Analog war die Schmalform in einem Falle dominant, in einem anderen relativ masswerthig im Sinne geringer Prävalenz. Die langspitzige Hülsenform war gar in einem Falle dominant, in einem zweiten fast recessiv gegenüber der stumpfspitzigen. Die Walzenform des Samens war in einem Falle dominant, in einem zweiten recessiv, in einem dritten bestand Mittelstellung: die Langform hingegen einmal recessiv, das andere Mal dominant, das Merkmal gedrückt einmal recessiv, das andere Mal gleichwerthig (Mittelstellung). Meine drei Gruppen zweifelloser Mischlinge aus einer Sorte mit pigmentirter und einer Sorte mit pigmentloser Samenschale zeigten eine auffallende Färbung der Samenschale, welche in zwei Fällen (Schwarzmarmorirung) geradezu als ein neues Merkmal, im dritten (Dunkelbraunfärbung) besser als blosse Verstärkung des väterlichen Merkmales (braungelb) aufzufassen ist. Sowohl die Samenmerkmale, als auch die vegetativen kommen allen Mischlingen gleicher Herkunft und zwar in allen ihren Organgruppen in derselben Weise zu. Es bestand also durchwegs absolute Mengenwerthigkeit unter Ausschluss von Mosaikbildungen. Mendel, sowie einige frühere Beobachter (Vandercolme, Butterbrod) erhielten dasselbe Resultat.

Es wurde ferner ein Bastard *Phaseolus vulgaris* var. *nanus* Wachsdattel ♀ × *Phaseolus multiflorus* var. *coccineus* ♂ in vier Exemplaren der ersten Generation beobachtet — einen analogen hat bereits Mendel

1) Ein solcher wird heute noch von Gärtnern und in älteren Litteraturangaben behauptet.

beschrieben. Mein Bastard begann später zu blühen als die Elternarten, speciell die Mutterart, blühte aber erheblich länger und zeigte nur geringe Samenproduction. Die Hülsen waren im unreifen Zustande grün (die der Mutterart gelb) und sichelförmig gebogen, wie bei der Vaterart, aber mit spitzem Ende und nicht so rauh und stark behaart; dabei sehr dünnschalig, beim Oeffnen sich spiralig aufrollend (wie ♀) und lebhaft violett geflammt. Die Bohnen waren flach, der Nabel nicht so lang wie bei der Feuerbohne, hingegen in der Farbe der Samen mit der letzteren sehr übereinstimmend. Der Bastard gleicht im Allgemeinen mehr der Vaterart, unterscheidet sich aber von derselben durch seinen kümmerlichen, niedrigeren Wuchs, durch seine Blüthenfarbe blass-blutroth gegen Orangeroth, durch die etwas spitzeren, dünnschaligen, bei der Reife sich spiralig aufrollenden Hülsen und durch die flacheren Samen, welche die für *Phaseolus multiflorus* charakteristische Nabellänge nicht aufweisen. MENDEL betonte besonders die anscheinende Merkmalmischung bezüglich der Farbe der Blüthen und der Samenschale im Gegensatze zu der rein alternirenden Ausprägung der Merkmale an seinen *Pisum*- und *Phaseolus*-Mischlingen.

Die MENDEL'schen Sätze erscheinen demnach schon durch das Vorkommen von Merkmalmischung (bloss relativer Masswerthigkeit) für vegetative, weit seltener für Cotyledonenmerkmale beschränkt: ebenso durch das Vorkommen von Mosaikbildungen (unreiner Spaltung) und durch das erhebliche Schwanken der Verhältnisszahl 3 : 1 für die Spaltung der vegetativen Merkmale, zum Mindesten in weniger umfangreichen Versuchsreihen. Des Weiteren ist in gewissen Fällen ein charakteristischer Einfluss bestimmter Factoren auf die Werthigkeit der Merkmale zu erkennen.

In erster Linie kommt das Geschlecht des sog. Ueberträgers des betreffenden Merkmales in Betracht[1]). Schon früher hatte ich gefunden und finde es neuerdings bestätigt, „dass in gewissen Fällen von Form- (und zum Theile Farben-) Verschiedenheit der Elternsorten und andeutungsweiser Merkmalmischung an den Kreuzungsproducten jede der Elternsorten relativ mehr Einfluss auf die Beschaffenheit (speciell Form) des Kreuzungsproductes zeigt, wenn sie die Samenknospe, als wenn sie den Pollen lieferte“ (l. c. S. 90, IV. These). Im Obigen wurde ferner mitgetheilt, dass für die Form des Kreuzungsproductes von *Pisum arvense* mit *Pisum sativum* ausschliesslich die jeweilige Mutter bestimmend war: die so ge-

1) Einen analogen Einfluss konnte CORRENS bei Kreuzung der Levkojensippen *Matthiola glabra* und *Matthiola incana* feststellen: die Färbung der Epidermis des Bastardembryos erster Generation war stets der jeweiligen Muttersippe ähnlicher wie der Vatersippe. Bot. Centralbl. l. c, S. 97.

wonnenen Mischlinge producirten bei Selbstbefruchtung ausschliesslich Samen (zweite Generation) mit dem Formmerkmal (flachrunzelig) von *Pisum arvense*. Des Weiteren zeigen die Kreuzungsproducte, an denen eine oblongsamige Sorte als Mutter neben einer glattkugelsamigen Vatersorte betheiligt ist, angedeutet oblonge Form, während die Producte reciproker Herkunft kugelrund sind. In beiden Fällen producirten die Mischlinge eine kugelrunde zweite Samengeneration. Gegenüber diesen Fällen von deutlicher Verschiedenheit der beiden Descendenten aus reciproker Kreuzung fehlt für zahlreiche Merkmale eine solche Differenz. (Bekanntlich ist beiderlei Verhalten seit Alters für Artbastarde, vielleicht abhängig von dem eben besprochenen Factor, angegeben worden!).

Zweitens ist die Rasse bezw. Rassencombination in gewissen Fällen von Bedeutung. Während an den früher von mir studirten Erbsenmischlingen der höhere Elterntypus dominirte oder prävalirte — bei manchen Combinationen sogar die heteromorphe Xenogamie einen Höhenzuwachs bedingte — erhielt ich nunmehr in vier Verbindungen Mittelstellung, in zweien sogar Dominanz des etwas niedrigeren Elterntypus. Eine analoge Differenz der Werthigkeit in den einzelnen Combinationen zeigten gewisse Formmerkmale der Hülse und der Samen bei meinen Bohnenmischlingen. So zeigte in der ersten Generation die Langform der Hülse in dem einen Falle Dominanz, im anderen Gleichwerthigkeit; ähnlich die Schmalform. Die langspitzige Form war gar in einer Combination dominant, in der anderen fast recessiv. Die Walzenform des Samens (zweiter Generation) einerseits dominant, andererseits recessiv, in einer dritten Verbindung gleichwerthig: die Langform das eine Mal recessiv, das andere Mal dominant; das Merkmal „gedrückt" recessiv bezw. gleichwerthig. — Bezüglich der relativen Mengenwerthigkeit der Cotyledonenmerkmale in der zweiten und den folgenden Samengenerationen meiner Erbsen, ebenso bezüglich der Verhältnisszahlen, nach denen die Spaltung der vegetativen Merkmale (ferner auch bezüglich der Zahl gleichsamiger Hülsen an den mischsamigen Individuen) erfolgt, kann eine möglicherweise doch vorhandene Abhängigkeit von der Rasse bezw. Rassencombination nicht behauptet werden, da das vergleichbare Versuchsmaterial zu gering ist. Analoges gilt von der Häufigkeit der Misch- oder Mittelformen und Mosaikbildungen, wie sie nicht selten als Producte unreiner Spaltung beobachtet wurden; immerhin erscheint das Fehlen solcher bei gewissen Combinationen, die Häufigkeit bei anderen auffällig.

Bezüglich des dritten Punktes, der Verschiedenheit der Werthigkeit der Merkmale in den auf einander folgenden Generationen — worüber MENDEL die oben erwähnten Sätze aufgestellt hat — sei an die Gleichförmigkeit meiner Erbsen- und Bohnenmischlinge in der

ersten. Spaltung (aber nicht immer rein, vielmehr mit Mittelformen und Mosaikbildungen: bei rein alternirender Ausprägung der elterlichen Merkmale Spaltung angenähert im Verhältniss 3 : 1) erst in der zweiten Generation erinnert: in Uebereinstimmung mit MENDEL's Ergebnissen. Gleichförmigkeit in der zweiten Samengeneration (bezüglich des Formmerkmales) wurde bereits für die Mischlinge beiderlei Verbindungsweise von *Pisum arvense*, sowie für die Bohnenmischlinge, angegeben. Desgleichen sei auf die Ausnahmsfälle an recessivmerkmaligen Erbsenmischlingen verwiesen.

Viertens sei bemerkt, dass den einzelnen Merkmalen nicht durchwegs eine selbstständige Werthigkeit zukommt, vielmehr erscheinen gewisse Merkmale theils bloss im Falle gewisser Rassencombinationen (facultativ combinirt oder conjugirt nach CORRENS), theils ganz allgemein mit einander verknüpft (obligatorisch combinirt oder hemiidentisch nach CORRENS) und bilden eine nicht spaltbare Merkmalsgruppe von bestimmter gemeinsamer Werthigkeit. Die Spaltung kann daher nach Einzelmerkmalen erfolgen (seirolytische Spaltung nach CORRENS) oder nach Merkmalsgruppen (zygolytische Spaltung nach CORRENS). MENDEL selbst hat, abgesehen von der Trias verkoppelter dominirender Merkmale seitens *Pisum arvense*, bei seinen Erbsen- und Bohnenmischlingen bloss Spaltung nach Einzelmerkmalen bezw. selbstständige Werthigkeit der letzteren gefunden. Hingegen hat DE VRIES an verschiedenen Bastarden, CORRENS an Levkojenbastarden auch Spaltung nach Merkmalsgruppen beobachtet, eventuell nach den gesammten Merkmalscomplexen der Eltern, so dass die Bastarde entweder der Mutterform oder der Vaterform völlig gleichen — eine Erscheinung, die in Einzelfällen seit Längerem bekannt ist und von MILLARDET als Bildung von *faux hybrides* bezeichnet wurde. Meine Versuche an Erbsenrassen bestätigen die selbstständige Werthigkeit der Farben- und Formmerkmale der Cotyledonen, ebenso des Höhenmerkmales. In Uebereinstimmung mit MENDEL finde ich die violette Blüthe, den röthlichen Makel in den Blattachseln, die violettpunktirte Samenschale (zudem die Braunfärbung des Nabels) bei den Kreuzungen von *Pisum arvense* und *Pisum sativum* in der gleichförmigen ersten Mischlingsgeneration immer combinirt, weil ja dominant: ob eine eigentliche Verkoppelung auch in meinen Fällen besteht, kann Mangels einer Spaltung in der ersten Mischlingsgeneration erst die wahrscheinlich mehrgestaltige zweite lehren.

Eine weitere Beschränkung bezw. Complication der Werthigkeitslehre ist einerseits gegeben durch die Möglichkeit einer Verstärkung elterlicher Merkmale an den Mischlingen.[1]) So

1) Einen Fall von Verstärkung eines nur bei einem Elter und zwar sehr schwach ausgebildeten, dominirenden Merkmales, der als directer embryonaler Kreuzungseffect

fand ich in der ersten Generation von Erbsenmischlingen, an denen *Pisum arvense* var. Graue Riesen als Vater oder Mutter betheiligt ist, bei allen Combinationen ein dominirendes Merkmal: die purpurne Punktirung der gelblichgrünen Samenschale (*Pisum arvense*) verstärkt (ein Gleiches hat bereits MENDEL S. 11 beobachtet), bei zwei Combinationen desgleichen die purpurne Pigmentirung der Blattachseln. In analoger Weise war in der ersten (gleichförmigen) Generation meiner Bohnenmischlinge die dominirende Violettfärbung von Blüthe und Hülse, welche der einen Elternsorte, in Bezug auf die Hülse einmal auch beiden zukam, verstärkt worden. Aehnliches war bei einer Combination bezüglich der Farbe der Samenschale (braungelb bei farblos ♀ und lichtgelb ♂) zu beobachten, während in zwei anderen Combinationen geradezu ein neues Merkmal in Erscheinung trat. — An der zweiten (mehrgestaltigen) Samengeneration gewisser Erbsenmischlinge war eine sattere, dunklere Grünfärbung der recessivmerkmaligen Samen, als sie der grünsamigen Muttersorte zukommt, wahrzunehmen. In der zweiten (mehrgestaltigen) Mischlingsgeneration meiner Erbsen trat das recessive Höhenmerkmal (geringe Axenlänge) fast durchwegs verstärkt hervor: ein Gleiches zeigten einige Theilmischlinge. Umgekehrt boten gewisse Mischlinge zweiter Generation eine Verstärkung des dominirenden bezw. prävalirenden Höhenmerkmales. Auch der Höhenüberschuss (und andere „Vortheile", wie sie für zahlreiche Mischlinge und Bastarde in der Litteratur angeführt werden) gewisser Combinationen in der ersten Generation, den die hohen Glieder der zweiten Generation im Allgemeinen bewahrten, erscheint als eine „Verstärkung" des dominirenden Merkmales, die allerdings wohl auf andere Gründe wie die Verstärkung in den bisher angeführten Fällen zu beziehen sein dürfte. (Analoge Beobachtungen citirt bei FOCKE, Pflanzenmischlinge 1881, S. 25, 474, 475, neuerdings von HILDEBRAND mitgetheilt, Bot. Cbl. 1899, S. 36, 1900 No. 42, S. 67).

Auf der anderen Seite ist in einzelnen Fällen sogar das Auftreten neuer Merkmale zu constatiren, welche beiden Elternformen fehlen, aber wohl im Bereiche der Spontanvariation der Elternspecies liegen oder wenigstens bei Verwandten vorkommen — also Inerscheinungtreten einer bei der einen Elternform in potentia gegebenen Gestaltungsweise durch die Kreuzung.

zu bezeichnen ist, beobachtete ich bei Kreuzung von *Matthiola glabra* ♀ × *incana* ♂. Die Epidermis der bräunlichen Samen von *Matthiola incana* enthält wenige blau gefärbte Aleuronkörner, jene der hellgelben Samen von *Matthiola glabra* vermuthlich keine solchen. Die Kreuzungsproducte — es wurden von 7 Blüthen 173 Samen geerntet — zeigten fast durchwegs tief blaue Epidermis. Meine Versuche mit Levkojen wurden noch vor Kenntniss der Beobachtungen von CORRENS ausgeführt: nähere Details folgen an anderer Stelle.

An zweifellos neuen Merkmalen habe ich folgende zwei Fälle beobachtet. Die Mischlinge der Bohnensorten *(Phaseolus vulgaris)*: der weissschaligen Wachsschwert ♀ und der lichtbraunschaligen *Non plus ultra* ♂, der weissschaligen Schlachtschwert ♀ und der lichtgelb- (bis dattelbraun-) schaligen Wachsdattel ♂, producirten in der ersten Generation ausschliesslich Samen, deren Schale auf gelbbraunem Untergrund sehr stark schwarz marmorirt war. Bei der ersteren Combination waren die Samen manchmal fast ganz schwarz, bei der zweiten zeigte das Schwarz häufig einen deutlichen Stich in's Grüne. (Aehnliche Fälle sind in der Litteratur nicht selten berichtet: vgl. FOCKE l. c., S. 25, 29, 474, KERNER, Pflanzenleben, II. Aufl., S. 517, CORRENS, Ber. der Deutschen Bot. Ges., l. c., S. 167.)

Die Werthigkeit der Merkmale erscheint nach dem Vorstehenden nicht allgemein giltig, das in dem einen Falle gewonnene Ergebniss nicht auf alle anderen übertragbar. Sie erweist sich in gewissen Fällen deutlich durch bestimmte Factoren complicirt, auch fehlt es nicht an zunächst unerklärbaren Ausnahmsfällen in Bezug auf Mass-, Mengen- und Vererbungswerthigkeit. Immerhin verliert durch all' diese Beschränkungen und Complicationen bloss das MENDEL'sche Schema seine Allgemeingiltigkeit, nicht aber seine klassische Lehre von der gesetzmässigen Verschiedenwerthigkeit der Merkmale für die Vererbung ihre grosse Bedeutung für die Theorie wie für die praktische Pflanzenzüchtung.

## 7. Eduard Gruber: Ueber das Verhalten der Zellkerne in den Zygosporen von Sporodinia grandis Link.

Mit Tafel II.

Eingegangen am 12. Februar 1901.

Die weiter unten noch genauer zu besprechenden Angaben von LÉGER[1]) über eigenartige, bisher noch nie beobachtete Vorgänge, welche sich in den Zygosporen von *Sporodinia grandis* abspielen sollen, nämlich die Bildung sogenannter Embryokugeln, liessen es wünschenswerth erscheinen, den Befruchtungsvorgang bei diesem Pilz noch einmal zu untersuchen.

Das hierzu nöthige Material fand sich reichlich in der Nähe von

1) M. LÉGER, Structure et développement de la zygospore du *Sporodinia grandis*. Revue gén. de bot. 1895.

Lindau i. B. auf verschiedenen Agaricineen, besonders auf *Amanita bulbosa*, welche zugleich mit Brot auch zur Weitercultur benutzt wurden.

Die Fixirung geschah durch VOM RATH'sches Pikrin-Osmium-Platinchlorid-Essigsäure-Gemisch in Verdünnung 1 : 1 und 1 : 10, 3procentige Lösung von chromsaurem Kali, Sublimat und Eisessig, mit Sublimat gesättigte 0,5procentige Kochsalzlösung, schwächere FLEMMING'sche Lösung u. a.

Die besten Resultate ergab die VOM RATH'sche Lösung, und zwar bei jüngeren Stadien in Stärke 1 : 1 mit kurzer Einwirkung (etwa $^1/_2$ Minute), bei älteren, schon mit harter, cutinisirter Membran umgebenen Zygosporen in Stärke 1 : 10 durch 1—2 Minuten langes Kochen und darauf folgende 12—24stündige Einwirkung; doch liessen sich auch mit den anderen Fixirungsmitteln zum Theil recht brauchbare Resultate erzielen.

Von Färbemitteln erwiesen sich die verschiedenen bekannten Hämatoxylinpräparate als die günstigsten, besonders ergab die HEIDENHAIN'sche Eisen-Hämatoxylin-Methode klare Kernfärbungen.

Um die verschiedenen Altersstadien untersuchen und vergleichen zu können wurden Zygosporen einer und derselben „Ernte" zu den verschiedensten Zeiten fixirt und nach Einbettung in Paraffin in Serien von 5 $\mu$ dicken (theilweise auch dünneren) Schnitten zerlegt, soweit dies die überaus harten und spröden Membranen zuliessen. Die Versuche, die Zygosporen zum Keimen zu bringen, scheiterten meist an dem Umstand, dass die auf verschiedenen Substraten angesetzten Culturen trotz aller Vorsicht durch Bacterien oder *Penicillium* zerstört wurden. Schliesslich gelang es aber doch mit dem von DE BARY[1]) angegebenen Verfahren in Wasser nach etwa drei Wochen Keimungen zu erzielen. So lagen die verschiedensten Entwickelungsstufen zur Untersuchung vor.

Zunächst sei hier in Kürze die schon von DE BARY beschriebene Bildung der Zygosporen wiedergegeben.

Die aufrechten Fruchtträger sind wiederholt dichotom verzweigt. An je zweien dieser Myceläste bilden sich birnförmige Ausstülpungen, die Suspensoren, welche einander entgegenwachsen. Nach erfolgter Berührung werden die Endabschnitte durch Querwände abgegrenzt und auf diese Weise die Gameten (DE BARY) gebildet. Die Membranen an der Berührungsfläche werden aufgelöst, der Inhalt der beiden Gameten vermischt sich, und so entsteht die Zygospore (Fig. 1—4 und 8). Dieselbe ist von drei Membranen umgeben (Fig. 10), von denen die äusserste schwarzbraune, warzige und cutinisirte von der Membran der copulirenden Gameten gebildet wird.

1) A. DE BARY, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze. IV. *Syzygites megalocarpus*. Abhdl. der SENCKENB. Naturf. Ges., Frankfurt a. M. 1864.

während die beiden inneren der Zygospore selbst angehören. Und zwar ist die äussere dieser beiden, also die mittlere der drei Membranen, mehr oder minder dick, durchscheinend und fein geschichtet. während die innerste nur aus einer feinen Hautschicht besteht (Figur 10 und 11).

Was nun die Vorgänge betrifft, welche sich im Innern der in Bildung begriffenen und weiterhin der reifenden Zygospore abspielen, so seien zunächst die Angaben LÉGER's[1]) hier kurz wiederholt: Die beiden Gameten enthalten mehrere Hundert kleinster Kerne. Nach Auflösung der Trennungsmembran vermischen sich Plasma und Kerne sofort. Das Plasma ändert, die Maschen werden ungleich und locker. Bei Doppelfärbung werden dann zwei Arten von Kernen sichtbar, die kleinen gewöhnlichen an der Peripherie und grössere, stark färbbare, mit zwei- bis dreifachem Durchmesser im Centrum. Später verschwinden sämmtliche Kerne, dagegen treten an den beiden Polen der Zygote zwei grosse, ölgetränkte, sphärische Massen auf. LÉGER nennt sie „Sphères embryonnaires". Jede derselben enthält eine grössere Anzahl kleiner kugeliger Gebilde. Die sphärischen Massen wachsen heran und verschmelzen schliesslich mit einander. Hierauf werden wieder zahlreiche Kerne sichtbar, welche bei der Keimung in den Keimschlauch eintreten und sich dabei theilen.

Was nun unsere Befunde anbelangt, so decken sich dieselben bis zu dem Punkte, in welchem die Verschmelzung der beiden Gameten eintritt, in der Hauptsache mit denen LÉGER's (Fig. 5—7), weichen aber dann in den folgenden Stadien bedeutend von ihnen ab.

In der neugebildeten Zygote sind die in grosser Anzahl vorhandenen Kerne gleichmässig durch das ganze Plasma vertheilt. Dieses zeigt dann meist eine gleichmässige, bald dicht-, bald lockermaschige Structur, bald wechseln auch weitmaschige mit ganz engmaschigen, bei schwächerer Vergrösserung scheinbar compacte Massen bildenden Bezirken ab (Fig. 11—15).

Im lebenden Zustand sind die Zygosporen reichlich mit Reservestoffen, besonders mit Oel angefüllt (Fig. 9). Nach etwa 8—14 Tagen findet man nun Stadien, in welchen die Kerne massenhaft an der Peripherie angesammelt erscheinen (Fig. 12), doch zeigte sich stets auch im Centrum der Zygosporen noch eine grössere Anzahl von Kernen; auch konnte ein Unterschied zwischen diesen central gelegenen und den am Rande angesammelten Kernen nicht festgestellt werden.

Auch spätere Stadien, zum Theil bis zu fünf und sechs Wochen, lassen scheinbar dieselben Verhältnisse erkennen (Fig. 15).

Was nun weiterhin mit den Kernen geschieht, konnte leider

1) l. c. S. 51.

nicht genau constatirt werden. Es liess sich weder eine Verschmelzung, noch ein Zerfall von Kernen mit Sicherheit feststellen, auch kamen keine Kerntheilungen zur Beobachtung. Fest steht nur soviel, dass in späteren Stadien (es wurden ruhende Sporen bis zu sechs Monaten untersucht) die Kerne wieder gleichmässig durch das ganze Plasma vertheilt sind.

Ob nun die an der Peripherie angesammelten Kerne zerfallen oder sonst irgendwie ausgestossen werden, in welchem Falle dann die neu auftretenden Kerne als Theilungsproducte der im Centrum zurückgebliebenen (durch Copulation entstandenen?) anzusehen wären, oder ob die peripheren Kerne wieder einwandern, diese Fragen zu lösen bleibt noch späteren Untersuchungen vorbehalten.

Bei der Keimung treten die Kerne wieder in grosser Anzahl in den Keimschlauch ein.

Wenn es nun auch durch die bisherigen Untersuchungen nicht gelungen ist, das Verhalten der Kerne bei der Zygosporenbildung von *Sporodinia* vollständig klar zu legen, so dürfte doch wohl auf Grund der oben wiedergegebenen Befunde die von LÉGER[1]) aufgestellte, übrigens auch schon von DANGEARD[2]) und ISTVANFFI[3]) bezweifelte Theorie der Embryokugeln als nicht haltbar bezeichnet und dagegen die Vermuthung ausgesprochen werden, dass wir es hier wohl mit Vorgängen zu thun haben, die den bei anderen Phycomyceten geschilderten analog sind.

Vergleichen wir z. B. unsere Bilder mit den von WAGER[4]), STEREUS[5]) und DAVIS[6]) über ihre Untersuchungen der Befruchtung von *Cystopus* bezw. *Albugo* und *Peronospora* wiedergegebenen, so finden wir, dass sich auch hier das Bestreben zeigt, einen Theil der Kerne aus den Zygosporen zu entfernen. Dieselben wandern an die Peripherie und werden dort durch eine neu entstehende Membran von der Oospore abgesondert.

Bei *Cystopus candidus*, *C. Portulacae* und *C. Ficariae* bleibt nur ein Kern in der Mitte zurück. Dieser verschmilzt mit dem in die Oosphaere eintretenden Kern des Antheridiums. Der Copulationskern theilt sich wiederholt und die Oospore ist mehrkernig.

1) l. c. S. 51.

2) P. A. Dangeard, Considérations sur les phénomènes de reproduction chez les Phycomycètes. Le Botaniste, vol. IV, 94/95.

3) G. v. Istvanffi, Ueber die Rolle der Zellkerne bei der Entwickelung der Pilze. Ber. der Deutschen Bot. Ges. 1895.

4) H. Wager, Reprod. and Fertiliz. in *Cystopus*. Ann. of Bot. X, Nr. 39, 1896. — The Sexuality of the Fungi. Ebenda, Vol. XIII, Nr. 52, 1899. — On the fertiliz. of *Peronospora parasitica*. Ebenda, Vol. XIV, Nr. 54, 1900.

5) F. L. Stereus, The compound oosphère of *Albugo Bliti*. Bot. Gazette, Vol. XXVIII, Nr. 3 und 4, 1899.

6) Bradley Moore Davis, The fertilization of *Albugo candida*. Bot. Gazette, Vol. XXIX, Nr. 5, 1900.

Aehnlich verhält es sich auch bei *Peronospora parasitica*, nur dass hier die Oospore einkernig ist.

Bei *Cystopus Bliti* bleibt eine grössere Anzahl Kerne im Centrum der Oosphäre zurück. Dieselben verschmelzen paarweise mit den ebenfalls in grösserer Anzahl aus dem Antheridium eindringenden männlichen Kernen. Die Oospore ist mehrkernig.

Dass auch bei *Sporodinia* zwischen den im Centrum der Zygote zurückbleibenden Kernen eine Copulation stattfindet, ist, wenn auch nicht direct beobachtet, so doch sehr wahrscheinlich.

Freiburg i. B., Februar 1901.

### Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—4. Verschiedene Stadien der Zygosporenbildung. Vergr. etwa 80.
„ 5—7. Desgl. im Durchschnitt. Vergr. etwa 80.
„ 8. Zygospore, 1 Tag alt. Vergr. etwa 100.
„ 9. Zygospore, 2 Monate alt. Die äussere Membran durch leichtes Quetschen aufgesprengt. Vergr. etwa 100.
„ 10. Durchschnitt durch eine 1 Tag alte Zygospore, die 3 Membranen zeigend.
„ 11. Zygospore, 6 Tage alt. Durchschn. Vergr. 240.
„ 12. Zygospore, 14 Tage alt. Durchschn. Vergr. 240.
„ 13. Kerne aus dem Centrum einer 14 Tage alten Zygospore. ZEISS' Hom. Imm. $^1/_{18}$, Oc. 2.
„ 14. Zygospore, 16 Tage alt. Durchschn. Vergr. 240.
„ 15. Zygospore, 6 Wochen alt. Durchschn. Vergr. 240.

## 8. F. Heydrich: Die Befruchtung des Tetrasporangiums von Polysiphonia Greville.

Mit Tafel III.

Eingegangen am 12. Februar 1901.

Bei der Bearbeitung des Genus *Sphaeranthera*[1]) Heydr.[2])[3]) wurden so viele neue Gesichtspunkte gefunden, nicht nur über die Zusammen-

1) F. HEYDRICH, Weiterer Ausbau des Corallineensystems. — Ber. der Deutsch. botan. Ges. 1900, S. 315.

2) F. HEYDRICH, Die Entwicklungsgeschichte des Corallineen-Genus *Sphaeranthera* Heydrich. — Mittheil. aus der zoologischen Station in Neapel, 1901, Heft 1.

3) F. HEYDRICH, Die Befruchtung der in Conceptakel eingeschlossenen Tetrasporangien der Corallinaceen-Gruppe. (Im Manuscript beendet).

setzung der sexuellen Organe, sondern auch über diejenige der ungeschlechtlichen, dass man unwillkürlich zu einem Vergleich mit den Tetrasporen der übrigen Florideen gedrängt wurde.

Eine für diese Zwecke geeignete Floridee, *Polysiphonia violacea* (Roth) Grev., sammelte ich bei Gelegenheit einer Dampfer-Excursion in der Kieler Bucht.

Die Untersuchung schon damals angefertigter Dauerpräparate sowie des Spiritusmateriales ergab so günstige Resultate, dass ich hierdurch in die Lage versetzt wurde, ähnliche neue Gesichtspunkte für den Lebenslauf der Tetrasporangien von *Polysiphonia* aufzustellen, wie ich es für *Sphaeranthera* gethan habe.

## Habitus und Zellen.

Wie bekannt, besteht nach Hauck[1]) der Thallus von *Polysiphonia violacea* (Roth.) Grev. aus einer kaum 1 *mm* grossen Basalscheibe, von welcher ein kurzer Hauptstamm ausgeht, der sich bald schlank pyramidal allseitig verästelt.

Stamm und Aeste setzen sich aus Gliedern zusammen, deren Grösse sehr verschieden ist; die mittleren sind 1—5mal, die unteren und obersten 1—$1^1/_2$mal so lang als der Durchmesser. Das einzelne Glied besteht im Allgemeinen aus einer centralen, vier peripherischen und einer kleineren, seitlich gelegenen, rundlichen Zelle. Die unteren Glieder erscheinen mehr oder weniger höher hinauf berindet. Diese Zusammensetzung ist in ihren unteren Theilen sowohl bei den Geschlechtspflanzen als auch bei den ungeschlechtlichen eine gleiche.

Sobald aber die Pflanze zur Fortpflanzung schreitet, ändert sich diese Uebereinstimmung. Cystocarpien und Antheridien sind schon von anderer Seite näher beleuchtet worden, während die Tetrasporangien meines Wissens wenig Beachtung erfahren haben. Diese hier einer näheren Betrachtung zu unterwerfen, soll der Zweck der vorliegenden Arbeit sein.

## Der Tetrasporangien-Spross.

Die ungeschlechtlichen Früchte nehmen im Grossen und Ganzen die Aestchen letzter Ordnung ein; sie stehen einzeln, kreuzweise getheilt so in den Gliedern angeordnet, dass sie bei kürzeren Aestchen $1^1/_2$mal, bei längeren 2mal wie eine Spirale um die centrale Zelle gelagert erscheinen.

Kolderup-Rosenvinge beschreibt in seiner Arbeit „Sur la formation des pores secondaires“[2]) das Wachsthum des sterilen

1) Hauck, Meeresalgen. S. 225.

2) Botanisk Tidsskrift, 1890, S. 10.

Zweiges, besonders der Terminalzelle und die Theilung derselben. Hiernach und nach der weiteren Arbeit desselben Verfassers über *Polysiphonia fastigiata*[1]) scheint sich die Terminalzelle eines sterilen Zweiges ebenso wie die eines fertilen zu verhalten. Aber nicht lange währt diese Uebereinstimmung, denn besonders schnell verändert sich das Bild bei der Tetrasporangien tragenden Pflanze. Betrachten wir die wachsende Spitze eines solchen Exemplars (Taf. III, Fig. 1), so erkennen wir, dass sich das zweite Segment mehr in die Breite ausdehnt, als im sterilen, um im dritten Gliede gleich eine zweite Terminalzelle abzugliedern. Das vierte zeigt ausser der Zweitheilung wenig Veränderung, dagegen beginnt schon das fünfte Glied Anklänge an die zukünftige Frucht aufzuweisen. Hier bemerken wir links (Fig. 1) eine breitere Zelle, worin sich drei Theilungen gleichzeitig vollziehen und zwar zwei Pericentral- und eine dritte Terminalzelle für den zweiten Haarast. Die grosse, rundliche der Mitte wird später zur centralen, hingegen vollzieht die Zelle rechts eine verticale sowie eine horizontale Theilung gleichzeitig. Im nächsten, dem sechsten Glied, hat sich diese Trennung bereits vollzogen. Um aber eine richtige Anschauung von derselben zu erlangen, muss man günstige Beobachtungsmomente aufsuchen und zwar solche, an welchen man das Herausschälen der Fruchtzelle leichter erkennen kann.

In seinen „Études morphologiques“[2]) hat zwar KOLDERUP-ROSENVINGE die Entwickelung von *P. fastigiata* genau verfolgt, nicht aber die von *P. sanguinea*. So scheint es mir nicht überflüssig, eine genauere Darstellung auch von dieser Species zu liefern, zumal da hier wegen der Vierzahl der peripherischen Zellen die einzelnen Vorgänge sich leichter beobachten lassen.

## Das Sporangium-Segment.

Um einen genauen Einblick in das Sporangium-Segment zu erlangen, ist es nöthig, einige Stücke mittelst Methylgrün zu tingiren und Quetschungen vorzunehmen. Alsdann wird man erkennen, dass aus einer peripherischen Zelle zunächst in der Richtung der centralen zwei dicht mit Plasma gefüllte ovale Zellen abgegliedert werden. (Fig. 3, *e*, *d*). Die peripherische Mutterzelle (Fig. 3*a*) klappt so zu sagen in der Richtung der centralen mittelst einer Längsspalte so auf, dass sie in diesem Augenblick aus zwei schalenförmigen Zellen besteht, die sich schützend über das junge, soeben ausgetretene Sporangium ausbreiten.

---

1) KOLDERUP-ROSENVINGE, Etudes morphologiques sur les *Polysiphonia*. — Bot. Tidsskr. 1884—85, S. 6.

2) A. a. O., S. 6.

Von grossem Vortheil erscheint hier ein Vergleich mit der schematischen Figur 240 von FALKENBERG in ENGLER und PRANTL, Die natürlichen Pflanzenfamilien, I. Bd., II. Th., S. 422.

Indessen theilt sich die eine Seite der schützenden Mutterzelle fast immer nochmals horizontal. so dass diese Seite wie das Tetrasporangium auch aus zwei Zellen. einer grossen oberen und einer kleinen unteren, besteht. Aus letzterer tritt die Stützzelle, aus ersterer die Tetrasporangium-Mutterzelle hervor. Diesen Vorgang kann man gut und sicher durch den mit austretenden Plasmaschlauch verfolgen. wie dies aus Fig. 7 und 8 deutlich hervorgeht. Es ist dieser Vorgang für die weiteren Betrachtungen von der grössten Wichtigkeit, was weiter unten erläutert werden soll.

Die ganze peripherische Zelle besteht somit im gegenwärtigen Augenblick aus fünf Zellen. (Fig. 3).

Aber es gehen in diesem Segment noch andere Veränderungen vor und zwar trennt sich unter der Tetrasporangium-Zelle des vorhergehenden Segments stets eine kleine dreieckige Zelle aus einer peripherischen oberhalb ab, wie dies Fig. 1, Segment 6 zeigt, welche später einen Faden entwickelt, der mehr oder weniger zum Schutz der jungen Frucht angelegt wird. In den unteren Theilen entwickelt diese Zelle später die Berindung.

Ueberblicken wir nunmehr nochmals das ganze Fruchtsegment. so finden wir. dass dasselbe. wie in Fig. 2 dargestellt, in diesem Augenblick aus 10 Zellen besteht, und zwar aus:

einer Centralzelle,
vier langen pericentralen Zellen,
zwei kürzeren pericentralen Zellen,
einer Tetrasporangium-Mutterzelle.
einer Stütz- oder Stielzelle derselben,
einer keilförmigen Seitenzelle.

Central-. Pericentral- und keilförmige Seitenzelle erleiden nunmehr keine nennenswerthe Veränderungen; doch sei bemerkt, dass die letztere sich nachträglich mit der Centralzelle verkuppelt. indem sie häufig mit einer schlauchartigen Verlängerung bis an die Centrale wächst (siehe Fig. 2). Aus dieser Seitenzelle gehen sowohl bei der männlichen als auch bei der weiblichen Pflanze sterile und fertile Seitensprossen hervor. in den unteren Theilen aber die Berindungsfäden. Bevor wir aber auf die Einzelheiten des Tetrasporangiums eingehen, erscheint es nothwendig. die Zelleinschlüsse und Tüpfel einer näheren Beleuchtung zu unterziehen.

## Die Zelleinschlüsse.

Durch die Arbeiten von WRIGHT, ROSENVINGE, GIBSON-HARVEY. BERTHOLD. BARTON u. A. m. wurden zwar die Einschlüsse ver-

schiedener Florideenzellen ausreichend erörtert; indessen ist es für unsere Zwecke von Wichtigkeit, eine zusammenhängende Uebersicht hierüber, insbesondere über die in Rede stehende Species und ihren Fruchtspross zu erlangen.

Bleiben wir gleich bei dem vorher behandelten Tetrasporangiensegment stehen, welches, von oben gezählt, etwa das sechste Glied eines Fruchtsprosses darstellt, so sind die Zelleinschlüsse ohne Tinction schlecht festzustellen, weil man nichts als körniges Plasma zu erkennen vermag. Wie ROSENVINGE[1]) uns so schön zeigte, werden aber mittelst Haematoxylin die Zellkerne gut sichtbar, etwa zwei in jeder peripherischen Zelle dieses Segments. (Centralzelle und keilförmige Seitenzelle, Tetrasporangium-Mutterzelle und Stielzelle zeigen je einen).

Sobald man aber das nächstfolgende Segment, also etwa das siebente oder achte, untersucht, hat sich das protoplasmatische Chaos insoweit geklärt, dass in sämmtlichen Zellen ausser der Tetrasporangium-Mutterzelle deutlich einzelne Chromatophoren unterschieden werden können.

Aber auch diese Gleichheit wird bald gestört, denn schon das weitere Glied zeigt eine Differenzirung der Inhalte der peripherischen und der Centralzelle. Die Chromatophoren der ersteren gestalten sich hier bereits oval mit verlängerten Spitzen und ordnen sich dicht unter der Membran so an, dass sie wie kleine Weberschiffchen mit ihren Spitzen im protoplasmatischen Strom hängen. (Siehe Fig. 4).

Die vier längeren pericentralen Zellen enthalten in diesem Stadium etwa 20, die zwei kürzeren pericentralen, die Stützzelle und die keilförmige Seitenzelle nur 2—5. Während aber sämmtliche Chromatophoren in der soeben angedeuteten Anordnung gewissermassen hängen und in dieser Lage verbleiben, lösen sich später diejenigen der Stützzelle aus dem Verband des Protoplasmaschlauches los und schwimmen in Folge dessen frei in der Zelle (siehe Fig. 10).

In den tiefer gelegenen und älteren Segmenten treten insofern noch Veränderungen der Chromatophoren ein, als die Form mehr rundlich wird; indessen ist dies nebensächlicher Natur, da die Chromatophoren vielfach den massenhaft sich vermehrenden Zellkernen Platz machen müssen.

Die Einschlüsse der Centralzelle beschränken sich auf einen grossen Zellkern[2]) und viele plattenförmige, kreisrunde Chromatophoren mit einem Punkte in der Mitte und sehr feinkörnigem Plasma (siehe Taf. III, Fig. 5).

1) A. a. O., S. 2.

2) Vergl. hierüber KOLDERUP-ROSENVINGE, Sur la formation des pores secondaires etc. — Bot. Tidsskr. 1890, S. 13, Taf. I, Fig. 8.

Stellt man Vergleiche zwischen den Chromatophoren der centralen und der peripherischen Zellen hieraufhin an, so erkennt man aus dem Gesagten, dass dieselben in den älteren Segmenten sich sehr gleichen, dagegen in Segmenten der Fruchtbildung ausserordentlich variabel erscheinen.

## Tüpfel.

Zu erwähnen wäre noch die Tüpfelung. Zunächst stehen sämmtliche pericentrale Zellen des Fruchtsegments mit der centralen in organischer Verbindung mit Ausnahme der kurzen unteren pericentralen Deckzelle Fig. 3*c*. Dafür aber tritt zwischen diesen und der Stützzelle des Tetrasporangiums Tüpfelbildung auf. Diese Stützzelle wird dann ihrerseits aber weit später mit der centralen in organische Verbindung gebracht.

Die keilförmige Seitenzelle war bereits oben erwähnt. Selbstverständlich stehen sämmtliche pericentralen und centralen Zellen ausserdem mit ebensolchen der folgenden Segmente in Verbindung. Sämmtliche Zellen erhalten also eine doppelte Vertüpfelung, nur eine Zelle nicht: die Tetrasporangium-Mutterzelle

Dieselbe besitzt, soweit ich beobachten konnte, keinen eigentlichen Tüpfel; häufig kann man allerdings einen kleinen Verbindungsschlauch wahrnehmen, allein er fehlt ebenso oft. Niemals aber konnte zur Zeit der Fruchtentwickelung eine Verschlussplatte beobachtet werden. Doch soll dies weiter unten noch genauer besprochen werden.

Was die Wanderung von Zelleinschlüssen anbelangt, so zeigte ROSENVINGE in seiner interessanten Arbeit über die secundären Poren bei *Polysiphonia*[1]) die Eigenthümlichkeiten dieser Wanderung von Zellkernen aus der einen in die andere Zelle mittelst einer kleinen Zwischenzellenbildung, die er eben mit „pores secondaires" bezeichnet.

In den weiteren Ausführungen[2]) bespricht er noch die BREFELD'sche Beobachtung der Schnallenbildung bei Schimmelpilzen, und zuletzt bildet er einen solchen Vorgang in Fig. 11 seiner Arbeit ab, den er bei *Delesseria alata* gefunden hat. Was mich aber veranlasst, diese Arbeit hier zu citiren, ist der Umstand, dass ich wohl auch hie und da ähnliche „pores secondaires" gesehen, indessen viel mehr in der Form von Fig. 11 und 12 der Taf. I bei ROSENVINGE.

Beobachtet man nämlich in Quetschpräparaten das 8. oder 9. Glied (von oben) des hier in Rede stehenden Fruchtsprosses, so findet man häufig an der oberen Ecke einer peripherischen Zelle eine

1) A. a. O., S. 13.
2) A. a. O., S. 18.

uhrglasförmige Erhöhung, in die sich ein dort lagernder Zellkern hineinzwängt, der sofort von der übrigen Zelle abgegrenzt wird. Nicht immer sah ich diese Form der Theilung; denn oft schnürte sich der Kern allein durch jene uhrglasförmige Erhebung ab, um in die Intercellularsubstanz, welche sämmtliche Zellen umgiebt, zu gelangen. (Fig. 9 *d*, *e*).

Die Wanderung, die dieser Zellkern ausführt, scheint aber von kurzer Dauer zu sein, denn niemals konnte ein solcher Kern weiter als ungefähr ein Viertel der Zelllänge verfolgt werden. Dort bleibt er frei liegen und fällt nach und nach der Zerstörung anheim (siehe Taf. III, Fig. 9*e*).

Ein solcher freier Kern konnte öfter beobachtet werden, allein selten gelang es, zwei zu erkennen, wovon dann aber immer einer in Auflösung begriffen war. Den Nutzen dieses Wanderkerns kann man sich bisher nicht recht erklären, doch scheint er mit der Bildung des Tetrasporangiums in Zusammenhang zu stehen.

Ich vermuthe, dass, da durch den Austritt der Zellkerne *d* und *e* der Fig. 3 die Zellkerne von *b*, *b*, *c* verloren gehen, dieser Verlust durch die Einwanderung neuer Kerne (mittelst Schnallenbildung) aus den anderen Segmenten gedeckt wird (vergl. hierzu Fig. 9). Vielleicht erklärt sich eben hierdurch das Auftreten dieser Schnallenbildung in unmittelbarer Nähe der jungen tetrasporangialen Zellen.

Zu diesen Wanderzellen gehören aber meines Erachtens in besonderem Masse die Stützzelle und die Tetrasporen-Mutterzelle, da beide nicht nur aus einer peripherischen Zelle zwischen diese und die Centralzelle treten, sondern auch häufig, besonders die Stützzelle, um eine Viertelzelllänge nach unten wandert.

## Das Tetrasporangium.

Aus dem Bisherigen geht zweifellos hervor, dass im Augenblick des Austrittes das junge Tetrasporangium aus zwei freien Zellen besteht (siehe Fig. 1, 6, 7, 8); indessen währt diese Freiheit nur kurze Zeit, denn unmittelbar nach der Lösung aus der peripherischen Zelle tritt an der Stützzelle sowohl mit zwei peripherischen, als auch mit der centralen Zelle Tüpfelung ein, ja häufig kann man noch einen vierten Tüpfel wahrnehmen, welcher die Verbindung mit irgend einer weiteren Zelle herstellt, so dass diese Stützzelle fast immer vier Tüpfel besitzt. (Taf. III, Fig. 14).

Die Tetrasporangium-Mutterzelle zeigt überhaupt wenig Neigung zur Tüpfelung; die untere, schwanzförmige Spitze verändert sich im Laufe des Befruchtungsprocesses sehr wenig, dagegen stellt häufig die Stützzelle in sehr auffallender Weise vermittelst eines kleinen Schlauches diese Verbindung her (Fig. 11).

Aus Fig. 7 erkennt man das völlige Loslösen beider Zellen, die Tetrasporangium-Mutterzelle haftet noch am Protoplasmaschlauch. In Fig. 8 dagegen ist es umgekehrt: hier ist die obere Zelle frei und zeigt keine Neigung, sich mit der Stützzelle zu vertüpfeln, während letztere bereits einen Tüpfelungsschlauch zu der peripherischen getrieben hat.

Wie dem auch sei, das Gesammtergebniss gipfelt in dem Satz: Die organische Verbindung der beiden tetrasporischen Apparate ist zu einer gewissen Zeit unterbrochen.

Während dieser Zeit gehen nun aber in den umgebenden Zellen grosse Veränderungen vor, die schon vorher angedeutet wurden. Besonders ist es die Stützzelle, deren Chromatophoren völlig aus dem protoplasmatischen Verband heraustreten und regellos in der Zelle lagern (Fig. 10).

Kann man aber vor diesen Veränderungen niemals Chromatophoren von der vorher beschriebenen weberschiffartigen Form zwischen Stützzelle und Tetrasporangium-Mutterzelle wahrnehmen, so erkennt man von diesem Augenblick an immer eins oder zwei dieser Chromatophoren zwischen Stützzelle und Mutterzelle. Dabei ist zu bemerken, dass die cilienförmigen Enden dieser Körperchen fast immer in Verbindung bleiben, gerade so wie in den peripherischen Zellen (Fig. 18—21).

Diese wandernden Chromatophoren, denn als solche sind sie vorläufig aufzufassen, verbleiben längere Zeit in dieser Stellung. Um den Vorgang aber genauer verfolgen zu können, müssen wir ältere Segmente oder wenigstens Uebergänge der verschiedenen Entwickelungsstufen aufsuchen. Dabei wird sich zur Evidenz ergeben, dass, wie Fig. 19 darstellt, ein solcher Körper, so bald er in die Nähe der Mutterzelle gelangt ist, zur Hälfte verschwindet. An anderen Momenten kann man das völlige Verschwinden constatiren, und noch weitere Beobachtungen lehren, dass sofort ein anderes Chromatophor an die Stelle des verschwundenen rückt (Fig. 21).

Auffallender Weise erscheint aber immer die Stützzelle nach diesem Vorgang leer, oder wenigstens enthält sie in diesem Augenblick weniger Chromatophoren als vorher. Uebrigens hat bereits Wright[1]) diese leere Stützzelle, welche er als „Parallelogramm" bezeichnet, beschrieben und abgebildet. Es kann daher wohl kaum ein Zweifel darüber obwalten, dass der Ursprung dieser Wandelzellen in der Stützzelle zu suchen ist.

Ich möchte nochmals darauf hinweisen, dass die Verbindung der beiden Fruchtzellen in verschiedenen Entwickelungsstufen auch ver-

1) Wright, On the Siphons and Tetraspores in *Polysiphonia* in Transact. of the Roy. Irish Academ. 1879, S. 523, Taf. 14, Fig. 8 und 9.

schieden auftritt. Da, wo anfangs durch das Herausschälen eine spätere Trennung eingetreten war, wie in Fig. 7, verbindet kein neuer Schlauch die beiden; die Verbindung wird direct durch die wandernden Chromatophoren bewirkt, wie Fig. 20 zeigt. Dort aber, wo die Verbindung nicht gänzlich aussetzt, bleibt der kleine Schlauch vorhanden, durch den dann die Wanderzellen hindurchschlüpfen, wie Fig. 18 und 19 zeigt. Auch die verschiedenen Species zeigen hier besondere Eigenthümlichkeiten.

Damit aber die Stützzelle nicht der gänzlichen Vernichtung anheimfällt, legt sich später eine Verschlussplatte dicht vor die Mündung, so eine regelrechte Tüpfelverbindung mit der Tetrasporangium-Mutterzelle darstellend (Fig. 22).

Somit schliesst sich dieser Vorgang durchaus zwanglos den Ausführungen von SCHMITZ[1]) an, wonach allerdings durch regelmässige Tüpfelverbindung „eine offene Communication, so dass ein Austausch geformter Protoplasmatheile, Zellkerne oder Chromatophoren zwischen den beiden benachbarten Thalluszellen stattfinden konnte“, nicht hergestellt wird.

Gegen diese Annahme scheint aber die Darstellung von GIBSON HARVEY bei *Polysiphonia fastigiata* zu sprechen, denn dort werden (Tafel I, Fig. 10) Verschlussplatten mit kleinen Oeffnungen in der Mitte dargestellt.

Bevor wir jedoch in diesen Betrachtungen weiter fortfahren, müssen wir eine Parallele zwischen den Befruchtungsorganen der in Rede stehenden *Polysiphonia* und *Sphaeranthera*[2]) ziehen. In dieser Arbeit werden die technischen Ausdrücke für die bei der Entstehung des Tetrasporangiums zusammenwirkenden Zellen mitgetheilt. Danach ist die „dickkommaförmige Zelle“, die oberhalb in der zweiten Zellschicht entsteht, mit „Protospore“ bezeichnet, die andere als „Tetrasporangienkern“ oder kurz „Tetrakern“, der mehr aus den mittleren und unteren Schichten sich entwickelt und in der Form eines kleinen ovalen Körpers mit zwei cilienähnlichen Fortsätzen auftritt.[3])

Vergleicht man hiernach unsere Tetrasporangium-Mutterzelle in jungem Zustande (wie in Taf. I, Fig. 2, 7, 11—13) mit der Fig. 16 jener Arbeit, so zeigen beide eine dickkommaförmige Gestalt. Und dehnt man diesen Vergleich noch auf die drei Chromatophoren in Fig. 10 von unserer *Polysiphonia* und des Tetrakerns von *Sphaeranthera* (Fig. 17 dort) aus, so ist die Uebereinstimmung in der Gestalt dieser

1) SCHMITZ, Untersuchungen über die Fruchtbildung der Florideen. — Sitz.-Ber. der Akad. der Wissensch. zu Berlin, 1883, S. 8.

2) F. HEYDRICH, Die Entwicklungsgeschichte von *Sphaeranthera* Heydr. — Mittheil. aus der Zoolog. Stat. zu Neapel 1901, Heft 1.

3) Die ausführlichere Darlegung wolle man a. a. O. nachsehen.

beiden Körper eine noch auffallendere. Gebrauchen wir nach diesen Ausführungen dieselben Bezeichnungen auch bei *Polysiphonia*, so entsteht zwar bei *Sphaeranthera* aus dem Tetrakern das Tetrasporangium, bei *Polysiphonia* aus der Protospore, indessen werde ich in einer späteren Arbeit[1]) darzulegen versuchen, dass beim Zustandekommen eines Tetrasporangiums es gleichgiltig ist, ob der Tetrakern oder die Protospore als Mutterzelle für die neue Frucht benutzt wird. Endlich aber stellt es sich heraus, dass die Lage des Tetrakerns beider Genera immer tiefer im Thallus sich befindet, als die Protospore, welche stets höher, wenn nicht unmittelbar über dem Tetrakern liegt.

Es unterliegt demnach wohl keinem Zweifel, dass wir es auch hier bei *Polysiphonia* mit denselben Organen zu thun haben, und es wird daher von Vortheil sein, die dafür bei *Sphaeranthera* eingeführten Ausdrücke von nun an beizubehalten. Ob die Fruchtzellen aller Florideen-Genera eine ähnliche Gestalt und Lage annehmen, wie bei den bisher beobachteten, dies zu entscheiden, muss späteren Beobachtungen vorbehalten bleiben.

## Fusion der Fruchtzellen.

Nach dieser Abschweifung aber entsteht die Frage: Wie verhält sich die Protospore (Tetrasporangium-Mutterzelle) vor und nach der Fusion? Auch hier konnte nur eine geschlossene Reihe von Einzelbeobachtungen Aufschluss geben. Zunächst und kurz nach ihrem Austritt erscheint die Protospore stark mit körnigem Plasma gefüllt. Irgend eine bestimmte Richtung dieser Körner oder ein Plasmastrang war trotz schärfster Vergrösserung nicht wahrzunehmen. Vielleicht ist auch gerade dieses Abreissen aller protoplasmatischen Verbindung, wie es nach Schmitz[2]) sonst sämmtliche Thalluszellen bis an ihr Lebensende bewahren, der Grund zu einer erneuten Thätigkeit. Aehnliches hebt Wille[3]) bei der Beobachtung der Bildung von Akineten in seinen „Algologischen Mittheilungen" hervor. Man verfolge nun die Figuren 11—18 unserer Tafel.

Ausser diesem vorher erwähnten Plasma liegt im oberen Theil der jüngsten Protospore nur noch der grosse Zellkern (siehe Fig. 11). Unmittelbar nach der Herstellung der Verbindung zwischen Protospore und Stützzelle erblickt man unter dem Zellkern der Protospore einen grossen vacuolenähnlichen Punkt (siehe Fig. 13). Dieser

---

1) F. Heydrich, Die Befruchtung der in Conceptakel eingeschlossenen Tetrasporangien der Corallinaceen-Gruppe. (Im Manuscript beendet).

2) Schmitz, Untersuchungen über die Befruchtung der Florideen. — Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Berlin, 1883, S. 6.

3) Wille, Algologische Mittheilungen. — Pringsheim's Jahrb. 1887, S. 463.

Vorgang ist meines Erachtens so aufzufassen, als wenn für den eintretenden Tetrakern Platz geschaffen werden sollte.

Ich habe bereits vorher angedeutet, dass, soweit ich Gelegenheit hatte dies zu beobachten, die organische Verbindung zwischen Protospore und Stützzelle zu einer gewissen Zeit unterbrochen wird. Hierbei sei noch hinzugefügt, dass diese Unterbrechung eine sehr minimale sein kann, die durchaus nicht überall mit gleicher Deutlichkeit wahrzunehmen ist. (Ob hier eine thatsächliche Unterbrechung des Protoplasmaschlusses und eine Wiederanknüpfung desselben durch den Tetrakern vorliegt, vermochte ich mit Sicherheit nicht festzustellen, trotzdem man dies nach Figuren 7 und 8 einerseits und 20 und 21 andererseits sehr wohl annehmen könnte.) Wie aussergewöhnliche Umwälzungen im Innern von Zellen allein schon durch Invasion von sterilem Protoplasma in eine andere sterile Zelle hervorgerufen werden, beweist die H-förmige Quervertüpfelung von *Sporolithon*,[1]) wodurch der Inhalt beider Zellen zu einer Thätigkeit veranlasst wird, die recht wohl an junge Sporen, wie in derselben Arbeit auf Tafel II, Fig. 28, 32, 33, 30, 31, 34, 35, erinnert. Um wie viel mehr muss aber eine solche protoplasmatische Ueberführung in isolirte Zellen, wie in der Protospore, Veränderungen bewirken!

Doch zurück zum weiteren Entwickelungszustand der Protospore! Hier zeigt es sich, dass die vacuolenartige Erscheinung nur durch den randständig zurücktretenden Protoplasmastrom gebildet wurde, wie Fig. 16 und 17 zeigt. Zu derselben Zeit rückt der Zellkern der Protospore in den oberen Theil derselben, von unten aber tritt das Plasma eines Tetrakernes durch den neuen Stützzelltüpfel ein (Fig. 15, 16). Nun zeigt sich aber eine merkwürdige Erscheinung: dieses eintretende Plasma vertheilt sich nicht etwa gleichmässig in der ganzen Protospore, sondern es nimmt mehr oder weniger nur den unteren Theil derselben ein (Fig. 15, 16, 17). Während dessen geht in der Stützzelle vom Rande aus die Bildung der übrigen Tetrakerne von statten, wie Fig. 15 zeigt, anfangs auch nur (vergl. Fig. 12, 13) als vacuolenartige Punkte kenntlich.

Die Verfolgung des weiteren Processes macht aber in dem in Rede stehenden Fruchtspross einige Schwierigkeiten, da die Fruchtbildung ausserordentlich schnell vor sich geht, weshalb wir zur weiteren Beobachtung eine in ähnlicher Entwickelung stehende Protospore in einem anderen Spross aufsuchen müssen. In einer solchen Zelle (Fig. 16) erkennt man, dass der Protoplasmaschlauch sich wandständig vollständig entwickelt hat, das unten eingetretene Plasma verbreitet sich hier bereits etwas mehr in der unteren Hälfte der

---

1) F. Heydrich, Ueber die weiblichen Conceptakeln von *Sporolithon*. Bibl. botan. 1899, Heft 49, S. 7 und 8.

Protospore, die nun auch ihrerseits einen deutlichen Zellkern erhalten hat. Nach vielseitigen Beobachtungen glaube ich annehmen zu müssen, dass der Zellkern im unteren Theile derjenige ist, der mit dem Plasma des Tetrakerns eingetreten ist; eine Theilung des Protosporenzellkerns vermochte ich nicht zu beobachten.

Die nächste Entwickelungsperiode (Fig. 17) bringt nunmehr eine entscheidende Veränderung, zu deren Beobachtung aber wiederum ein anderer Fruchtspross aufzusuchen ist. In der günstig gelegenen Protospore eines solchen Fruchtsprosses scheint sich das von unten her entwickelnde neue Plasma auf beiden Seiten randständig auszubilden (Fig. 17), so den Protoplasmaschlauch gewissermassen zurückdrängend. Ob dies eine unmittelbare Folge dieses Eindringens ist, oder ob andere Kräfte hier mitwirkend auftreten, konnte nicht ermittelt werden; jedenfalls vollzieht sich in diesem Augenblick die erste Durchquerung der Protospore, wie in Fig. 17 deutlich zu bemerken ist. Dabei beharren die beiden Kerne in ihrer bisherigen Lage.

Die weiteren Phasen sind nun leicht zu verfolgen, denn auf die erste Horizontale folgt meist eine Verticale, aber über Kreuz gestellte Theilung in beiden Hälften der Protospore, so das Tetrasporangium vollendend.

Mit dem weiteren Wachsthum des Fruchtsprosses verlängern sich nicht nur sämmtliche vegetative Zellen, sondern auch die Verbindungen zwischen Stützzelle und Tetrasporangium, so zwar, dass die austretenden Tetrakerne wie eine Spindel an einem Faden hängen; der eigentliche Schlauch ist nicht mehr vorhanden. Das Innere des jungen und zunächst austretenden Tetrakerns ist mit körnigem Plasma gefüllt, während dasjenige der älteren eine einförmige, leicht tinctionsfähige Masse bildet, wie die Fig. 18 und 21 darzustellen versuchen.

Leider konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden, wie viel Tetrakerne zur vollständigen Entwickelung eines Tetrasporangiums gehören; doch liess sich erkennen, dass trotz der vollendeten Theilung der Protospore noch neue Tetrakerne in den Verbindungsschlauch oder auch ohne denselben an die Protospore gelangen, so dass eine untere Tetraspore, wie schon Harvey-Gibson[1]) bekundet, noch längere Zeit mit der Stützzelle dadurch in Verbindung stehen kann.

## Reife, Spiralstellung und Austritt der Tetrasporangien.

Der Vollständigkeit halber bleibt nur noch das Heranreifen der Tetrasporen und der Austritt der Sporen zu erwähnen übrig.

1) Harvey-Gibson, Notes on *Polysiphonia fastigiata*, Journ. of Bot. 1891, Seite 131.

Kurz nach der Viertheilung der Protospore wird die gemeinschaftliche Zellhaut bis an die übrigen peripherischen Zellen ausgedehnt, so dass die letzteren hierdurch in der Mitte eingedrückt werden und die Centrale fast gänzlich verschwindet. Dann erst wachsen die vier Tetrasporen, die bekanntlich als zusammenhängende Gruppe einer Kugel gleichen, bis an die äusseren Zellen heran. Da aber die ganze Anlage nicht im Centrum des Sprosses, sondern auf einer Seite lag, so drückt das heranreifende Tetrasporangium an dieser Stelle sich etwas aus dem Zellverband heraus, wodurch die so häufig erwähnte Verdickung entsteht.

Bekanntlich liegt das fünfte Tetrasporangium immer wieder über dem ersten, so dass eine Spiralstellung entsteht. Die Ursache dieser Erscheinung liegt wohl zunächst in der Anspannung aller dynamischen Kräfte der sich zu einem Sporangium theilenden peripherischen Zelle. Aber nicht nur diese Zelle ist zur Entfaltung aller ihrer Kräfte gezwungen, sondern auch die über ihr liegende peripherische Zelle des nächsten Segments wird in Mitleidenschaft gezogen. So erklärt sich, dass nicht die unmittelbar über ihr liegende, sondern erst die danebenliegende zur Erzeugung eines weiteren Tetrasporangiums veranlasst wird. Wenn aber nicht die über der ersten liegende peripherische Zelle in jene Entwickelungsphase eintritt, sondern diese Entwickelung um eine Zelle, also um eine Viertelwendung weiter um das Centrum vorrückt, so erklärt sich gleichfalls die daraus resultirende Spiralstellung der ungeschlechtlichen Früchte in diesem Spross von selbst.

Ueber die anderen Kräfte, welche hierbei noch in Wirksamkeit treten, möge man bei KNY,[1]) MASSEE,[2]) BERTHOLD,[3]) SCHWENDENER[4]) einsehen.

## Vergleiche mit anderen Tetrasporangien.

Sollte den vorstehenden Beobachtungen eine grössere Bedeutung beizulegen sein, so erschien es nothwendig, einige in der bisher erschienenen Litteratur gemachte Angaben zu prüfen und Vergleiche der bisher beobachteten tetrasporangialen Zellen mit denen der vorliegenden *Polysiphonia* anzustellen.

Danach käme freilich die erste Arbeit,[5]) welche über Tetra-

1) KNY, Ueber Axillarknospen bei den Florideen. Festschr. der Berliner Ges. naturf. Freunde 1873.

2) MASSEE, On the Formation and Growth of Cells in the Genus *Polysiphonia*. Journ. Roy. Micr. Soc. 1884.

3) BERTHOLD, Studien über Protoplasma-Mechanik, Leipzig 1886.

4) SCHWENDENER, Ueber Spiralstellungen an den Florideen. Monatsschrift der Berl. Akad. 1880.

5) C. NÄGELI, *Ceramiaceae*. Sitzungsber. der k. bayr. Akad. in München, 1861.

sporangien berichtete, nicht ernstlich in Betracht; indessen scheint es immerhin der Mühe werth zu sein, einen Satz zu citiren, nachdem wir erkannt haben, dass thatsächlich ein gewisser Befruchtungsact vorliegt. Die betreffende Stelle[1]) lautet: „Ueber die physiologische Bedeutung (der Tetrasporen) sind wir noch im Unklaren. Ich habe die Ansicht ausgesprochen, die Tetrasporen seien die weiblichen Fortpflanzungsorgane und werden von den Spermatozoen der Antheridien befruchtet."

Um so mehr nimmt die nächste Arbeit[2]) unsere Aufmerksamkeit in Anspruch, da der Verfasser nicht nur die Spiralstellung der Tetrasporangien am Spross bespricht, sondern auch die Stützzelle, welche er mit Parallelogramm bezeichnet, zuerst erwähnt.

Weit wichtiger als diese Abhandlung ist aber die von KOLDERUP-ROSENVINGE,[3]) worin zuerst der Bildung zweier verschiedenen Fruchtzellen aus einer peripherischen klar Erwähnung gethan wird, ohne dass freilich die Einflüsse genauer behandelt werden.

In demselben Sinne besprechen die Arbeiten von DEBRAY[4]) und HARVEY-GIBSON[5]) dieses Thema.

Im Jahre 1891 brachte CRAMER[6]) seine interessante Abhandlung über *Caloglossa Leprieurii* (Mont.) Harv. Dort wird zuerst einer Schnabelzelle Erwähnung gethan, die stets zusammen mit einem Tetrasporangium auftritt. Auch wird häufig von jener Zelle eine kleine oberhalb abgetrennt, die der Verfasser auf Tafel I, Fig. 14 abbildet. Ob aber diese kleine Zelle oder die Schnabelzelle selbst irgend einen inneren Zusammenhang mit der Tetrasporangium-Mutterzelle aufweist, wird nicht hervorgehoben, vielmehr soll erstere nur zur Befestigung des Thallus dienen.

Leider gehen auch die beiden letzten Autoren, BARTON[7]) und WEBER VAN BOSSE[8]), in ihren Mittheilungen über die Entstehung

1) Ibid. S. 65.

2) Wright, On the Siphons and Tetraspores in *Polysiphonia*. Transact. of the Royal Irish Acad. Dublin 1879, S. 511—526, Taf. 14.

3) Kolderup-Rosenvinge, Etudes morphologiques sur les *Polysiphonia*. Bot. Tidsskr. 1884/85, S. 11.

4) Debray, Sur la structure et le développement de *Chylocladia*. Bull. scientifique 1890, S. 415.

5) Gibson-Harvey, On the Development of Spor. in *Rhodochorton*. Journ. of Bot., Bd. 28, S. 201. — Gibson-Harvey, Histology of *Polysiphonia fastigiata*. Journ. of Bot. 1891, S. 219.

6) Cramer, Ueber *Caloglossa Leprieurii* (Mont.) Harv. Festschrift zum Jubil. von Naegeli, Zürich 1891, S. 12.

7) Barton, On the Origin and the Development of the Stichidia and Tetrasporangia of *Dasya elegans*. Stud. Biol. Labor. of J. Hopkin's Univers. Baltimore 1893, S. 279.

8) Weber van Bosse, Notes on *Sarcomenia miniata* Ag. Journ. of Botany 1896, p. 1, Taf. 359.

der Tetrasporangien nicht viel über die Angaben der früheren hinaus. Doch bemerkt Mrs. BARTON, S. 280 zu Fig. 6, dass die Tetrasporangium-Mutterzelle stets in Verbindung mit einer sich unterhalb abtheilenden Tragzelle von der Centralen geboren werde.

Nach einem Glycerinpräparat derselben Species in meinem Herbarium konnte ich nur feststellen, dass Anfangs die unter der Tetrasporangium-Mutterzelle liegende Stützzelle einen ähnlichen Schnabelfortsatz enthält, wie den von CRAMER bei *Cologlossa* beobachteten; dann erst treten die peripherischen Zelltheilungen ein. Dasselbe gilt für *Taenioma perpusillum* J. Ag., welches der Collection WARBURG[1]) entstammt.

## Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren sind nach Spiritusmaterial gezeichnet, welches in Wasser untersucht und in Glycerin nachgeprüft wurde.

Fig. 1—22. *Polysiphonia violacea* (Roth) Grev.

Fig. 1. Fruchtspross - Spitze. Segment Nr. 5 trennt rechts, Segment Nr. 6 links ungeschlechtliche Fruchtzellen ab. ZEISS, Ocular 4, Objectiv $^1/_{12}$. Vergr. 950.

„ 2. Fruchtsegment. Die mittlere dunkle Zelle stellt die Centrale dar, links drei gewöhnliche peripherische Zellen, rechts zwei kürzere und eine rundliche peripherische. Zwischen dieser und der Centralen die beiden Fruchtzellen, deren untere Stützzelle viermal getüpfelt erscheint. Rechtsseitig zeigt sich noch die keilförmige Rindenzelle, die sich mit der Centralen des darunterliegenden Segments durch Tüpfel verbunden hat. ZEISS, Ocular 2, Objectiv $^1/_{12}$. Vergr. 505.

„ 3. Bildung der tetrasporangialen Zellen. Aus einer langen peripherischen Zelle *a* sind durch wiederholte Theilungen vier neue, *b*, *c*, *d*, *e*, gebildet worden. Die Zellwand von *b* und *c* besteht zur Hälfte aus der Mutterzellwand von *a*. Die Zahlen *a*, *b*, *c* besitzen in diesem Augenblick nur schalenförmige Membranen, die in der Richtung *de* offen sind. Die obere wird Protospore resp. Tetrasporangium-Mutterzelle, die untere die Stützzelle. — ZEISS, Ocular 5, Objectiv $^1/_{12}$. Vergr. 1265.

„ 4. Stück einer älteren peripherischen Zelle. Die Chromatophoren hängen nach Art der Weberschiffchen im Protoplasmaschlauch. — ZEISS, Ocular 5, Objectiv $^1/_{12}$. Vergr. 1265.

„ 5. Stück einer älteren centralen Zelle mit Chromatophoren. — ZEISS, Ocular 5, Objectiv $^1/_{12}$. Vergr. 1265.

„ 6. Bildung des tetrasporangialen Apparates. Peripherische Zelle im Augenblick der Bildung der beiden Fruchtzellen, von der Seite der Centralzelle aus gesehen. — ZEISS, Ocular 4, Objectiv $^1/_{12}$. Vergr. 950.

„ 7. Bildung des tetrasporangialen Apparates. Die peripherische Mutterzelle hat sich zuerst durch eine horizontale Wand in eine obere und eine untere getrennt. Aus dem Protoplasmaschlauch dieser oberen entspringt soeben die Protospore, spätere Tetrasporangium - Mutterzelle. Aus der unteren

1) F. HEYDRICH, Beiträge zur Kenntniss der Algenflora von Ostasien. Hedwigia 1894, S. 295.

schält sich gleichzeitig die ovale Stützzelle heraus. Hieraus erkennt man deutlich die anfängliche Gestaltung der beiden Fruchtzellen. — Zeiss, Ocular 4, Objectiv $^1/_{12}$. Vergr. 950.

Fig. 8. Bildung der Fruchtzellen. Aus der peripherischen Mutterzelle, die vorher durch keine horizontale Wand eine Trennung erfahren hatte, sind soeben Protospore (Tetrasporangium-Mutterzelle) und Stützzelle ausgetreten; letztere hängt noch im protoplasmatischen Verband, die Protospore dagegen schwebt frei ohne jede Tüpfelbildung über ihr. Die Streifen links sind Membrantheile der Mutterzelle. — Zeiss, Ocular 4, Objectiv $^1/_{12}$. Vergr. 950.

„ 9. Wanderung von Zellkernen. *a*, *a*, Theile zweier Centralzellen, und *b*, *b*, *b* dreier Pericentralzellen verschiedener Segmente darstellend. Aus einer pericentralen treten oberhalb bei *d* zwei Zellkerne durch Schnallenbildung aus der Membran. Zelle *e* stellt einen freien Kern dar, welcher aus einer pericentralen Zelle ausgetreten ist und nunmehr frei im Intercellularraum schwimmt. Zelle *c* stellt eine dreieckige Rindenzelle vor. Zwischen den Zellen *a* und *b* hängen Protospore und Stützzelle. Die Wanderzellbildung setzt nur an der Seite dieser beiden Fruchtzellen ein. — Zeiss, Ocular 2, Objectiv $^1/_{12}$. Vergr. 505.

„ 10. Eine Stützzelle mit drei Tetra-(Sporangium-)Kernen. Dieselben hängen nicht mehr, wie die Chromatophoren der Fig. 4, im protoplasmatischen Verband, sondern schweben frei in einer sehr feinkörnigen Inhaltsmasse in der Zelle. Sie sind von ovaler Form mit zwei cilienähnlichen Fortsätzen. (Man vergleiche hier Heydrich, Entwickl. von *Sphaeranthera*, Neapel 1901, Fig. 17). — Zeiss, Ocular 5, Objectiv $^1/_{12}$. Vergr. 1263.

„ 11. Frei herauspräparirte Protospore (Tetrasporangium-Mutterzelle) mit Stützzelle, jüngstes Stadium. Erstere zeigt nur einen grossen Zellkern, letztere hat bereits drei Tüpfel gebildet; der mittlere hat die Protospore soeben berührt. — Zeiss, Ocular 4, Objectiv $^1/_{12}$. Vergr. 950.

„ 12. Protospore mit Stützzelle. Weiteres Stadium der Fig. 11. Der Zellkern der Protospore hat sich in den oberen Theil begeben. In der Stützzelle erkennt man einen vacuolenartigen hellen Punkt. — Zeiss, Ocular 2, Objectiv $^1/_{12}$. Vergr. 505.

„ 13. Protospore mit Stützzelle. Weiteres Stadium der Fig. 11 und 12. Auch in der Protospore tritt ein vacuolenartiger Punkt auf. — Zeiss, Ocular 2, Objectiv $^1/_{12}$. Vergr. 505.

„ 14. Der tetrasporangiale Apparat zwischen Stücken der Centralzelle *a* und der Pericentralzelle *b*, mit seinen Tüpfelbildungen. — Zeiss, Ocular 4, Objectiv $^1/_{12}$. Vergr. 950.

„ 15 Der tetrasporangiale Apparat zwischen Stücken der Centralzelle *a* und der Pericentralzelle *b*. Man erkennt deutlich die Verschiedenartigkeit der Chromatophoren dieser beiden vegetativen Zellen. Die Verbindung der Stützzelle mit den vegetativen ist nach rechts und links durch eine Schliessplatte bereits abgegrenzt, zwischen Protospore und Stützzelle ist die Communication noch offen. Den Eintritt des Tetrakernes in die Protospore direct zu beobachten ist sehr schwierig, da erstere nicht im Ganzen eintritt. Die vacuolenartige Bildung der Stützzelle (Fig. 12) hat sich insofern hier aufgeklärt, als der Protoplasmaschlauch wandständig zurückgetreten ist und zur Bildung von Tetrakernen schreitet. Im unteren Theil der Protospore strömt Plasma ein, gleichzeitig den Protoplasmaschlauch wandständig drängend. Der Zellkern der Protospore bleibt allein im oberen Theil. — Zeiss, Ocular 5, Objectiv $^1/_{12}$. Vergr. 1265.

Fig. 16. Weitere Entwickelung der Protospore (Tetrasporangium-Mutterzelle). Der wachsende Protoplasmaschlauch, der in der Fig. 15 nur in der unteren Hälfte der Protospore zu erkennen war, hat sich in der Fig. 16 bereits in der ganzen Zelle wandständig ausgebreitet. Der vacuolenähnliche Punkt der Fig. 13 ist in Folge dessen grösser geworden; in demselben befinden sich oberhalb der Zellkern der Protospore unterhalb des Tetra-(Sporangium-) Kerns? Das im unteren Theil sich befindende körnige Plasma hat sich merklich seitlich ausgebreitet. — ZEISS, Ocular 5, Objectiv $^1/_{12}$. Vergr. 1265.

„ 17. Weiterentwickelung der Protospore (Tetrasporangium-Mutterzelle). In dieser Figur nimmt der wachsende protoplasmatische Schlauch den oberen Theil der jungen Protospore noch weit mehr ein, als in der Fig. 16. Es macht den Eindruck, als wenn der Raum in der Zelle zu klein geworden sei, weshalb der Schlauch in der Mitte eine Einbuchtung erhält und so die ganze Protospore in zwei Hälften scheidet. Die beiden Zellkerne verbleiben an denselben Stellen. Das im unteren Theil sich befindende körnige Plasma hat sich bis zur Hälfte der Protospore ausgebreitet. An dieser Figur sind auch leicht die Anfänge der verticalen Theilungen zu erkennen, welche das Tetrasporangium vervollständigen. — ZEISS, Ocular 5, Objectiv $^1/_{12}$. Vergr. 1265.

„ 18, 19. Austritt der Tetrakerne. Jüngeres Stadium mit körnigem Plasma. *a* Stück der Protospore; *b* Stück der Stützzelle; *c* Tetrakern. — ZEISS, Ocular 5, Objectiv $^1/_{12}$. Vergr. 1265.

„ 20, 21. Austritt der Tetrakerne. Aelteres Stadium mit festem, nicht mehr gekörneltem Plasma. *a* Stück der Protospore; *b* Stück der Stützzelle; *c* Tetrakerne. — ZEISS, Ocular 5, Objectiv $^1/_{12}$. Vergr. 1265.

„ 22. Die obere Zelle stellt die reife Protospore oder das Tetrasporangium dar. Die letzte Tetraspore hängt noch mit der Stützzelle zusammen. Der viereckige Pfropf in dem Verbindungsschlauch ist wohl als zusammengedrückter Tetrakern oder stark verdickte Verschlussplatte aufzufassen. — ZEISS, Ocular 4, Objectiv $^1/_{12}$. Vergr. 950.

---

## 9. B. Schmid: Ueber die Einwirkung von Chloroformdämpfen auf ruhende Samen.

Eingegangen am 16. Februar 1901.

Im Jahre 1899 erschien in den Comptes rendus eine Notiz von HENRI COUPIN[1]) über den Einfluss von Aether- und Chloroformdämpfen einerseits auf trockene, andererseits auf gequollene Samen. Die zur Ermittelung dieser Einwirkung angestellten Versuche be-

1) H. COUPIN, Action des vapeurs anesthétiques sur la vitalité des graines sèches et des graines humides. Comptes rendus de l'Acad. des sc., Tome 129, 1899, No. 15, p. 561/562.

standen darin, dass die Versuchsobjecte unter Glasglocken von bestimmtem Volumen (10 *l*) in Aether- und Chloroformdämpfe gebracht und, nachdem sie dort eine bestimmte Zeit verweilt, herausgenommen und auf ihre Keimfähigkeit geprüft wurden. Es zeigte sich, dass bei einem gewissen Gehalt der Luft an Aetherdampf (dessen zahlenmässige Angabe indess wenig Werth hat, da die Menge der verwendeten Samen nicht mit angegeben ist, auf welche sich die Wirkung vertheilen würde) die Keimung sämmtlicher gequollenen Samen unterblieb, während die trockenen Samen selbst in mit Dämpfen gesättigter Luft, nachdem die Einwirkung 680 Stunden gedauert hatte, eine Einbusse oder auch nur eine Schwächung ihrer Keimfähigkeit nicht erkennen liessen. Als Versuchsobjecte dienten im letzteren Fall Weizenfrüchte in Chloroform und Kleesamen in Aetherdämpfen.

Aus diesen Resultaten zieht Coupin den Schluss, „dass die anaesthesirenden Dämpfe ohne Einfluss sind auf den Zustand des latenten Lebens".

Die nachstehenden Versuche stammen aus dem Jahre 1898 und waren längst abgeschlossen, als die oben erwähnte Notiz erschien. Sie tragen den Charakter von Vorversuchen, die bei Studien über die Ruheperiode im Pflanzenreich angestellt wurden. Es ist bekannt, dass es auch mit den empfindlichsten Methoden[1]) nicht gelungen ist, eine Veränderung der umgebenden Luft durch trockene, keimfähige Samen, etwa in einer Anreicherung mit $CO_2$ bestehend, nachzuweisen, und doch erleiden diese im Laufe freilich sehr verschiedener Zeit nachweisbar eine solche. Sollte sich etwa ein Gaswechsel innerhalb der Samenschale abspielen und wegen ihrer Undurchlässigkeit nicht nachweisbar sein? Oder sollte sich dieser durch Entfernung der Schale ergiebiger gestalten?

Die Fragestellung, von der ich bei der vorliegenden Untersuchung ausging, lautet: Ist durch die Samenschale im lufttrockenen Zustand ein Gaswechsel von Belang möglich? Der Beantwortung dieser Frage suchte ich dadurch näher zu kommen, dass ich die Durchlässigkeit mittelst eines Gases prüfte, dessen Gegenwart sich innerhalb der Samen- bezw. Fruchtschale eben durch seine Wirkung, die es dort ausübte, eventuell auch dem Grad nach, nachweisen liess. Ich wählte dazu auch noch aus anderen Gründen Chloroformdämpfe, wobei vorausgesetzt wurde, dass sie für das Plasma auch im latenten Zustand ein Gift darstellen; wurden die Zellen des Embryo getödtet, so mussten die Dämpfe durch die Samenschale durchgedrungen sein. Die Versuchsanstellung war einfach: unter eine kleine, unten abgeschliffene und auf abgeschliffener Glasplatte ruhende Glocke wurden

1) W. Kochs, Die Continuität der Lebensvorgänge. Biol. Centralbl., Bd. X.

Samen von *Pisum sativum*, *Lepidium sativum* und Früchte von *Triticum sativum* in lufttrocknem Zustand und in Glasschalen, möglichst ausgebreitet, gebracht. Dazwischen fand unter derselben Glocke eine Schale mit flüssigem Chloroform Platz, gross genug, um den Raum stets mit Dämpfen gesättigt zu erhalten. Die Vergleichsobjecte standen auf demselben Tisch daneben. Der Abschluss der Glocke, deren unterer Rand einen dünnen Fettüberzug erhielt, war ein fast vollständiger: will man ganz dichten Abschluss haben, so bringt man die Glocke in eine Schale mit Quecksilber (nicht mit Wasser!). Nach je 24 Stunden wurden der Glocke Proben (je 25 Stück) der Versuchsobjecte entnommen, tüchtig gelüftet, mit Wasser geschüttelt, das oft erneuert wurde, und dann nebst den Controllobjecten günstigen Keimbedingungen — und zwar in Krystallisirschalen auf Filtrirpapier bei Zimmertemperatur — ausgesetzt. Das Resultat war für die einzelnen Versuchsobjecte ungleich und wurde es um so mehr, je länger die Versuchszeit gewählt wurde. Nach einem ununterbrochenen Aufenthalt in mit Chloroformdämpfen gesättigter Luft zwei Monate hindurch, zeigten die Samen der Gartenkresse nicht die mindeste Einbusse ihrer Keimfähigkeit: es keimten stets ebenso viele und diese etwa zu derselben Zeit wie die von Chloroform unberührten Objecte. Dagegen hatte schon nach 24 Stunden ein kleiner Theil der Erbsensamen und Weizenfrüchte seine Keimfähigkeit verloren, und nach längstens vier Wochen blieb jedwede Keimung der Erbsensamen aus. Ein wechselndes Verhalten zeigte der Weizen. Hier war eine Einwirkung der Chloroformdämpfe nach einem Tage noch wenig bemerklich, steigerte sich dann rasch, so dass nach sechs Tagen 30 bis 60 pCt. der Früchte die Keimfähigkeit verloren hatten; dann aber war die Abnahme eine sehr langsame, nach zwei Monaten war nur in einem Fall ein einziges Korn keimfähig gefunden worden.

Nun wurden die Versuche mit denselben Objecten erneuert, aber neben die intacten Samen solche unter die Glocke gebracht, denen die Samen- bezw. Fruchtschale abgenommen war. Diese Entschalung trockener Samen lässt sich bei der Erbse ohne Beschädigung des Embryo unschwer vornehmen; eine solche lässt sich aber beim Weizen und der Gartenkresse kaum vermeiden. Ich habe deshalb, um die Verletzung möglichst gering zu machen, die Hülle bei *Triticum* und *Lepidium* nur auf einer Seite entfernt. Durch Vergleichsobjecte lässt sich leicht zeigen, dass diese Verletzungen für die ersten Stadien der Keimung ohne Belang sind. Von den nach 24 Stunden der Glocke entnommenen Proben (je 25 Stück) zeigten die beschalten Objecte das oben angeführte Verhalten, von sämmtlichen entschalten blieb jede Keimung aus. Der Versuch wurde wiederholt und ergab stets das gleiche Resultat Daraus folgt mit zwingender Nothwendigkeit erstens, dass die Chloroformdämpfe

für das Plasma auch im latenten Zustand ein tödtliches Gift sind; zweitens, dass die trockene Samenschale in sehr verschiedenem Masse durchgängig ist für Chloroformdämpfe, und dass deswegen in deren Beschaffenheit die Entscheidung liegt, ob der Aufenthalt in diesen Dämpfen einem trockenen Samen schadet oder nicht.

Was den ersten Punkt betrifft, so sind die Folgerungen, die COUPIN aus seinen übrigens nur theilweise richtigen Versuchen gezogen, demnach völlig irrige. Es wird zwar nicht bestritten werden, dass das Plasma trockener Samen, wie gegen Hitze und Kälte, widerstandsfähiger auch gegen Gifte ist: und so wird wohl eine grössere Menge bezw. eine längere Einwirkungsdauer von Chloroformdampf nöthig sein, um dieselbe Zelle zu tödten, wenn das Plasma ruht, als wenn die Zelle im Zustand lebhafter Streckung sich befindet. Aber es wird sich hier doch nur um graduelle Unterschiede handeln können, und ich glaube kaum, dass ein Stoff sich finden lässt, welcher dem Plasma derselben Pflanze gegenüber in ihren verschiedenen Lebensstadien ein principiell verschiedenes Verhalten aufweist, vorausgesetzt, dass dieser Stoff ein ausgesprochenes Gift ist.

Wie wir sahen, wurden die entschalten Objecte innerhalb 24 Stunden getödtet. Diese Thatsache setzt voraus, dass die Chloroformdämpfe bis zu den Vegetationspunkten vorgedrungen sind. Das Minimum an Zeit, das hierzu für die einzelnen Arten nothwendig ist, habe ich nicht festzustellen versucht, nur beobachtet, dass Erbsensamen schon nach einem Aufenthalt von sechs Stunden völlig getödtet waren; sie haben in trockenem Zustand ein glasiges, durchscheinendes Aussehen, quellen zwar bei Berührung mit Wasser, bilden aber eine breiige, weiche Masse. In dieser relativ kurzen Zeit war das Chloroform auch in die Zellen des Vegetationspunktes vorgedrungen, und zwar musste es seinen Weg durch die Membranen und das Plasma der Zellen hindurch genommen haben, da eine Wanderung durch capillare Interstitien wohl ausgeschlossen ist. Ein Eindringen von Gasen und ein Durchwandern der Membran[1]) aber findet nur statt, wenn das Gas in einem Stoff sich löst, der diese imbibirt. Nun wissen wir, dass besonders ruhende Samen meist reich sind an Fett. Von diesem wird also das Chloroform aufgenommen, gespeichert und durchdringt so allmählich sämmtliche Zellen. Dass eine nicht unbeträchtliche Menge von Chloroform gespeichert wird, ergiebt sich u. a. daraus, dass ein nur kurze Zeit in Chloroformdampf gelegtes Weizenkorn, sofern es sich als keimungsunfähig erweist, beim Zerbeissen den brennend-süsslichen Geschmack des Chloroforms in sehr deutlicher Weise auf der Zunge zurücklässt.

1) W. PFEFFER, Pflanzenphysiologie. I. Bd, II. Aufl., 1897, S. 150ff.

Was den zweiten Punkt, die Function der Samenschale, anlangt, so kann man zunächst im Zweifel sein, ob die Chloroformdämpfe durch capillare Interstitien oder auf dem Wege der Imbibition die trockene Membran passiren. Sehr feine Risse entgehen leicht der Beobachtung. Besonders das Verhalten der Weizenkörner scheint mir theilweise darauf zurückzuführen sein, dass das durch Ausdreschen gewonnene Material solche feine Risse besass, dass die Choroformdämpfe theils auf diesem Weg, theils, aber viel langsamer, durch die Frucht- und Samenschale hindurch zum Embryo bezw. Endosperm gelangten. Deswegen die schwankenden Zahlen der verschiedenen Versuche und daher auch wohl die Erscheinung, dass zuerst nach relativ kurzer Zeit eine grosse Zahl der Versuchsobjecte getödtet werden, während von einer gewissen Zeit an die Zahl der nicht keimenden Früchte nur langsam zunimmt. Dass freilich die Samenschale selbst sehr ungleich durchlässig ist, zeigt der Vergleich von *Pisum*- und *Lepidium*-Samen. Nach zwei Monaten ist bei letzteren Chloroformdampf in irgend wie schädlicher Menge nicht durchgedrungen; ob hier ein Durchdringen überhaupt ausgeschlossen ist, habe ich nicht untersucht. Gerade die Samenschale der Cruciferen ist ihres complicirten Baues wegen schon häufig Gegenstand der anatomischen Untersuchung gewesen,[1]) es wäre von Interesse zu wissen, welcher Zelllage oder Membran die entscheidende den Durchgang erschwerende bezw. hemmende Wirkung zuzuschreiben ist. Eine experimentelle Feststellung wurde unterlassen, die Vermuthung, dass es die stark quellbaren Schichten sind, welche beim Austrocknen sich sehr dicht zusammenlegen, dürfte einige Wahrscheinlichkeit für sich haben; diese Schichten sind es, welche nach einem, auch im hiesigen Institut angestellten Versuch, den Aufenthalt der *Lepidium*-Samen in wasserfreiem Alkohol mindestens drei Monate hindurch unbeschadet ihrer Keimfähigkeit ermöglichen,[2]) während dieselben Samen in 50 pCt. Alkohol, dadurch dass sie diesem Wasser zu entreissen vermögen und quellen, in kurzer Zeit zu Grunde gehen.

Auf einen für das Mass der Durchgängigkeit wichtigen Punkt soll noch hingewiesen werden, nämlich den wechselnden Wassergehalt lufttrockener Frucht- bezw. Samenschalen und der Samen selbst. Dieser schwankt je nach dem Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden Luft, nach einer speciell an der Erbse vorgenommenen Untersuchung, Jahre hindurch, und der Betrag des Samengewichtes — übrigens auch derjenige des entschalten Embryo — geht auch bei Aufbewahrung im Zimmer auf und nieder. Nach den Untersuchungen von F. HABERLANDT[3]) vermehren zwar viele Samen in sehr wasser-

1) F. NOBBE, Handbuch der Samenkunde. Berlin 1876, S. 69 ff.

2) NOBBE, l. c. S. 116.

3) cf. W. DETMER, Vergleichende Physiologie des Keimungsprocesses der Samen. Jena 1880, S. 55 ff.

dampfreicher Luft ihr Gewicht beträchtlich, aber eine Keimung tritt nur dann ein, wenn in Folge von Temperaturschwankungen sich Condensationswasser auf den Samen niederschlägt. Dennoch ist es sehr wahrscheinlich, dass schon diese Wasserdampfaufnahme den Grad der Durchlässigkeit der Samenschalen auch für Chloroformdämpfe wesentlich ändert, und um die Versuche verschiedener Forscher mit einander vergleichen zu können, dürfte es sich empfehlen, die Versuchsobjecte vorher über Schwefelsäure zu trocknen, was die meisten Samen ohne Schaden ertragen. Aus diesem Grunde ist, wie oben angegeben, Wasser als Abschlussmittel der Glocken zu vermeiden.

Dass sich andere giftige Dämpfe, so vor allem der sonst in seiner Wirkungsweise ähnliche Schwefeläther, ebenso verhalten werden, wie Chloroformdämpfe, dürfte kaum zu bezweifeln sein, wenn auch im Allgemeinen, wie im Thierreiche, die Dämpfe des Aethers sich vielleicht weniger giftig erweisen als diejenigen des Chloroform. Schon Prillieux[1]) hat bei seinen Versuchen mit Schwefelkohlenstoff den vorstehenden ähnliche Resultate erhalten. Auch findet sich bei ihm schon die Frage, ob nicht die hohe Widerstandsfähigkeit mancher Samen gegen solche giftigen Gase eine praktische Verwerthung zulasse. Aus unseren Versuchen lässt sich entnehmen, dass sich manche Samen wie diejenigen der Gartenkresse mehrere Monate sicher gegen Zerstörung durch Insecten und Pilze aufbewahren lassen, ohne einen Verlust oder auch nur eine Schädigung ihrer Keimfähigkeit zu erleiden; leider gehören die Getreidefrüchte nicht dazu.

Tübingen, Botanisches Institut.

## 10. B. Schmid: Ueber die Ruheperiode der Kartoffelknollen.

Mit einem Holzschnitt.

Eingegangen am 19. Februar 1901.

„Ich begann im Juli damit, in unserem Stationsgarten die 17 Stück (Kartoffelknollen) auszulegen .... Und wie einfach war Ernte und Aussaat. Unser Koch hackte vor jeder Mahlzeit die Paar Stauden heraus, nahm die grösseren Knollen für uns zum Essen, steckte die

1) Ed. Prillieux, Action des vapeurs de sulfure de carbone sur les graines. Bull. de la Soc. Bot. de France, Tome XXV, Paris 1878, S. 98—99 und 155—158.

kleinen sogleich wieder ein, und so wuchs uns hinten immer zu, und mehr noch, als wir vorn vertilgen konnten."[1]) Wem fielen nicht beim Lesen dieser Zeilen die Worte von SACHS[2]) ein: „Ich habe es vielfältig versucht, die im Herbst geernteten Knollen und Zwiebeln während des Novembers, Decembers und Januars dadurch zum Austreiben ihrer Keimsprosse zu veranlassen, dass ich sie in feuchte, warme, lockere Erde legte; allein bei den Kartoffeln ebenso wie bei unserer Küchenzwiebel blieb jede Spur von Keimung aus; wiederholt man dagegen den Versuch im Februar . . . . ."? Diese so auffallende Verschiedenheit der Kartoffelknollen erklärt sich entweder durch die Annahme, dass den beiden Forschern zwei in ihrem Verhalten sehr abweichende Sorten vorgelegen haben, von denen die eine (VOLKENS) sehr leicht, die andere (SACHS) kurze Zeit nach der Ernte überhaupt nicht zum Austreiben zu bringen war — und dieser Annahme steht bei der ausserordentlichen Mannigfaltigkeit der heutzutage cultivirten Rassen nichts im Wege — oder es ist nicht ausgeschlossen, dass, da VOLKENS über die Zeit, welche zwischen zwei an ein und derselben Kartoffelstaude vorgenommenen Ernten verstrich, keine weitere Angabe macht, die zurückgelassenen kleinen Knollen dennoch eine, wenn auch kurze Ruhezeit genossen und dann bei dem dort für das Austreiben jederzeit günstigen Klima in wesentlich kürzerer Zeit als bei uns wieder essbare Knollen hervorgebracht haben. Wie bekannt, erlischt die Athmungsthätigkeit der Kartoffelknollen nie vollständig, ja sie steigt auch im ruhenden Zustand der Knollen bei Verwundungen sehr erheblich. Diese Thatsache und der Umstand, dass es mir in den letzten Jahren gelungen ist — worüber an anderer Stelle berichtet wird — die im Freien am längsten ruhenden Samen wie diejenigen der Esche und anderer Holzpflanzen zu jeder beliebigen Zeit zum Auswachsen zu veranlassen, machten den Versuch, trotz der negativen Erfolge von SACHS, nicht aussichtslos, Kartoffelknollen womöglich gleich nach der Ernte zum Austreiben zu zwingen.

Zu diesem Zweck wurden von HAAGE und SCHMIDT in Erfurt zwei Kartoffelsorten bezogen, eine sehr frühe (nach dem Hauptverzeichniss vom Jahre 1900 Nr. 2492 „Kaiser-Treib"), und eine sehr späte Sorte (Nr. 2540 „Phöbus"); die letztere war eben geerntet, die Erntezeit der ersteren ist mir nicht bekannt geworden: die „Augen" lagen noch tief in den Höhlen. Von jeder Sorte wurden die Knollen tüchtig abgebürstet, so dass die äusseren Korkschichten sich ablösten, dann in Töpfe mit sterilisirtem Sand gebracht, so zwar,

1) VOLKENS, Ueber die Bedeutung des Kilimandscharo für den Gartenbau (Gartenflora, Berlin 1896, S. 61f.). Auch citirt in H. VÖCHTING, Zur Physiologie der Knollengewächse (Jahrb. für wissenschaftl. Botanik, Bd. XXXIV, Heft 1, S. 135, Anmerk.).

2) J. SACHS, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, 2. Aufl., Leipzig 1887, S. 346.

dass der eine Theil der Objecte vom Sand völlig bedeckt war, während beim anderen die obere (früher vordere) Fläche der Knollen mit einigen Augen über den umgebenden Sand emporragte: alle Töpfe wurden mit durchsichtigen Glasplatten bedeckt. In dieser Weise hergerichtet erhielt am 21. October 1899 ein Theil der Versuchsobjecte seinen Platz in einem ungeheizten Zimmer, ein anderer im Thermostaten bei einer fast constanten Temperatur von 28° C., ein dritter endlich im Vermehrungshaus in möglichst sonniger Lage; in diesem Hause schwankte die Temperatur etwa zwischen 15° und 30° C., stieg auch mal höher während kurzer Zeit. Täglich, wenigstens in den ersten Wochen, wurden die Objecte mit einer 1 procentigen KNOP'schen Nährlösung besprüht. Von den eben bezogenen Knollen wurden einige anatomisch untersucht[1]), indessen waren keinerlei Abweichungen, insbesondere keinerlei Corrosionen der Stärkekörner, wahrzunehmen.

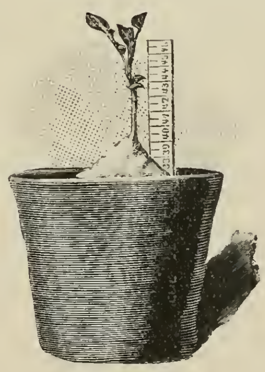
Die Entwickelung der im Vermehrungshaus untergebrachten und vom Sand nicht völlig bedeckten Knollen verlief folgendermassen. Schon am zweiten Tag nach der Aussaat zeigte die Farbe der Knollen an der aus dem Sand hervorragenden Fläche eine deutliche Veränderung, sie wurde grünlich: von Interesse war die Beobachtung, dass zuerst die Umgebung der Lenticellen lebhaft ergrünte und dann erst sich die Färbung über die ganze Fläche vertheilte. Der Kürze halber sei die frühe Sorte mit A, die späte mit B bezeichnet. Am 25. October zeigten die „Augen“ eine wesentliche Veränderung, sie waren bei A und B grösser geworden in der Form kleiner Knöpfchen; bei A hatte der violette Farbstoff wesentlich zugenommen, der der Sorte B fehlte. Am 8. November hatte bei A die oberste Knospe zwei Blättchen entwickelt, bei B wölbte sich der oberste Trieb noch weiter vor. A wurde zur Erleichterung der Wurzelbildung, deren Anlagen deutlich hervortraten, mit einer dunkeln Glasplatte bedeckt. Am 11. November waren an dem obersten Trieb von A zwei Wurzeln zum Durchbruch gekommen, deren längste 5 *mm* mass und mit Haaren reichlich bedeckt war. Hiermit war für A das Problem gelöst, was bei einer frühen Sorte nichts Besonderes bedeutet; bei sorgfältiger Pflege musste der bewurzelte Spross unschwer zur Weiterentwickelung gezwungen werden können. In der That zeigte in den nächsten Tagen A ein sehr energisches Wachsthum zunächst der Wurzeln, dann auch der beiden Sprosse, die dunkle Glasplatte wurde entfernt, die Wurzeln mit feuchtem Sand bedeckt und die Pflanze nur gegen directes Sonnenlicht, besonders bei hoher Temperatur des Hauses, geschützt.

1) Die Litteratur bei H. VÖCHTING, Ueber die Bildung der Knollen (Biblioth. botanica, Heft 4. Cassel 1887).

Inzwischen war aber auch B, wenngleich langsamer, emporgewachsen; am 17. November zeigte auch hier der Mitteltrieb Wurzelanlagen und am 18. November waren zwei Wurzeln ausgewachsen. die eine von 5 *mm*, die andere von 2 *mm* Länge. Die weitere Behandlung war dieselbe wie bei A, bei letzterer waren vom Einpflanzen der Knollen bis zum Erscheinen der ersten Wurzeln etwa 20 Tage. bei B 27 Tage verflossen. Die entschieden langsamere Entwickelung von B, gleichsam die schwierigere Ueberwindung der Zähigkeit, mit



Kaiser-Treib.



Phöbus.

der diese Sorte an der Ruhe festhielt, ist unverkennbar. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass die Verhältnisse für A insofern etwas günstiger lagen, als die Entwickelung von B in spätere Jahreszeit fiel. Ende October herrschte ungetrübter Sonnenschein, im November nebliges und kühleres Wetter. Das weitere Schicksal der Culturen A und B sei noch kurz geschildert. Am 25. November beträgt bei A die Länge des einen Sprosses 15 *cm* bei 9 *mm* Durchmesser, diejenige des anderen 10 *cm*; bei B, wo nur ein Spross herauswuchs,

4,5 *cm* Länge. Am 2. December wurden die Objecte in grössere Töpfe verpflanzt (von diesem Tag stammen obenstehende Aufnahmen, die Objecte befinden sich noch in den ursprünglichen Töpfen, sechs Wochen nach ihrer Unterbringung im Gewächshaus). bei A und B war der herausgenommene Ballen filzartig durchwachsen. Eine in dieser Zeit vorgenommene Untersuchung der Blätter ergab bei A und B reichlichen Inhalt der Mesophyllzellen an Chlorophyllkörnern. welche aber nur sehr spärlich Stärke enthielten; solche fand sich sehr reichlich nur in den Spaltöffnungsschliesszellen; die Blätter waren reichlich behaart. Am 6. December ist der Hauptspross bei A 46, bei B 25 *cm* lang. Die Objecte bekamen an diesem Tag ihren Platz im Farnhaus. Leider war die Witterung ihrer Weiterentwickelung nicht besonders günstig, insofern bei sehr tiefer Temperatur im Freien die Gewächshaustemperatur ebenfalls tief sank — so beobachtete ich manchmal früh um 11 Uhr 7° C. — dazu war hier und da zum Schutz vor Ausstrahlung das Glasdach des Gewächshauses einen grossen Theil des Tages bedeckt, so dass Halbdunkel herrschte. Die Objecte wuchsen zwar weiter, zeigten aber starke Etiolirungserscheinungen. Am 20. December ist A 76 bezw. (2. Spross) 70 *cm*, B 50 *cm* lang, am 3. Januar haben beide Triebe von A 1 *m* Länge erreicht. B zeigt reichlich Achselsprosse und Stolonen, welche am Topfrand hervorschauen. B wurde nochmals verpflanzt, wobei zwei erbsengrosse Knöllchen, 3—4 *cm* von der Mutterknolle entfernt, zum Vorschein kamen. Im Januar herrschte leider trübes Wetter, die Sprosse von A und B wachsen immer noch weiter, so dass sie oben anstossen und sich herabbiegen; die jüngeren Triebe haben sehr stark unter Blattläusen zu leiden. Um die Knollenbildung zu begünstigen, vor allem aber, um die Blüthenbildung anzuregen, wurde die Wasserzufuhr mehr und mehr beschränkt, leider ohne den gewünschten Erfolg. Niemals konnte ich Blüthenanlagen auffinden, was nach VÖCHTING[1]) schon der unzureichenden Beleuchtung wegen nicht auffallend ist. Am 6. April wurde der Versuch abgebrochen, die Sprosse wuchsen längst nicht mehr. zeigten aber. wenn auch noch grün, Spuren des Zerfalls. Die Mutterknollen waren, wie sich beim Austopfen zeigte, noch nicht völlig aufgebraucht; bei A waren die jungen Knollen sehr ungleich an Grösse. bei B mehr gleichmässig: leider habe ich das Gesammterntegewicht zu bestimmen unterlassen. Die anatomische Untersuchung ergab nichts Besonderes. Von den Knollen der Sorte B wurden einige gekocht, sie waren locker, nicht speckig und schmeckten gut.

Von den eben geernteten Knollen beider Sorten wurden sofort

1) H. VÖCHTING, Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Gestaltung und Anlage der Blüthen (Jahrb. für wiss. Botanik, Bd. XXV, Heft 2, Berlin 1893).

mehrere von verschiedener Grösse zur Keimung ausgepflanzt unter Einhaltung der oben geschilderten Massnahmen. Dabei war die bemerkenswerthe Beobachtung zu machen, dass die kleinen Knollen rascher auswuchsen als die grösseren, beide aber eine eher schnellere Entwickelung aufwiesen als ihre Mutterknollen. Das Aussehen der gekeimten kleinen Knöllchen erinnerte an die Gestalten der Luftknollen, wie sie VÖCHTING[1]) vielfach abgebildet hat. Bei diesem Anlass möge auf eine Erscheinung hingewiesen werden, die sich mutatis mutandis auch bei anderen, gewaltsam zum Wachsthum angeregten Objecten, beobachten lässt. Bei den normalerweise im Frühjahr keimenden Knollen bildet sich zuerst ein Spross von besonderer Form, von VÖCHTING als „Vortrieb" bezeichnet, der allerdings je nach Sorte und je nach den äusseren Bedingungen sehr verschiedene Form aufweisen kann. Bei den sofort nach der Ernte getriebenen Knollen ist dieses Gebilde sehr kurz, es entwickeln sich zuerst kleinere Blätter, erst nachträglich erfolgt die Streckung des Vortriebes. Treibt man dieselben Knollen viel später, in unserem Fall statt Ende October Mitte December, in einer Zeit, wo sie sich viel geneigter zeigen, auszuwachsen, so streckt sich unter denselben äusseren Bedingungen der Vortrieb viel rascher, die Blättchen bleiben kleiner und entwickeln sich relativ später. Wir sehen, dass neben verschiedenen äusseren Bedingungen (Licht, Feuchtigkeit) auch innere Verhältnisse, die frühere oder spätere Zeit des Austreibens, bestimmend für die Form sein können. — Was die Entwickelung der Knollen in den übrigen Töpfen betrifft, also der Knollen im ungeheizten Zimmer, im Thermostaten und der von Sand völlig bedeckten im Vermehrungshaus, so standen sie alle hinter derjenigen der eben geschilderten weit zurück. Die Knollen im Zimmer zeigten überhaupt keine bemerkenswerthe Entwickelung; im Thermostaten war A etwas vorangewachsen, ging aber bald nebst der Sorte B an Fäulniss zu Grunde. Noch am weitesten entwickelten sich die bedeckten Knollen im Vermehrungshaus, aber dennoch weit langsamer als die unbedeckt gebliebenen. Soviel über die im Herbst angestellten Culturen.

Im Frühjahr 1900 wurden die Knollen von A und B in's Freie ausgepflanzt; A entwickelte sich weit rascher als B. Am 2. Juli wurden bei A, acht Tage später bei B je zwei Standen herausgezogen, die grösseren Knollen geerntet und die kleineren wieder in die Erde untergebracht. Nach anfänglicher Trockenheit trat bald reichlicher und warmer Regen ein; nach vier Wochen wurde nachgesehen, indess war ein Auskeimen der kleinen, wieder eingepflanzten Knollen völlig ausgeblieben. Von den grösseren Knollen wurden wiederum einige im

1) H. VÖCHTING, Ueber die Bildung der Knollen (Bibl. botanica, Heft 4, 1887, Taf. II, Fig. 7).

Vermehrungshaus getrieben mit demselben Erfolg wie im Herbst zuvor. Ein Abschneiden sämmtlicher über die Erde hervorragender Sprosse und die sofortige Entfernung sich neu bildender war auf die jungen Knollen im Boden — der Versuch wurde Ende Juni angestellt — ohne sichtbaren Einfluss. Ich hielt ein Austreiben nicht für ausgeschlossen, demjenigen zu vergleichen, das an Knospen von Zweigen erfolgt, die man frühzeitig der Blätter beraubt hat, also „correlativer" Art.

Aus dem Vorstehenden geht zunächst hervor, dass es unter bestimmten Bedingungen gelingt manche, vielleicht alle Kartoffelknollen, gleich nach der Ernte zum Auswachsen zu zwingen. Daran schliesst sich die weitere Frage, worin bestanden denn die für diese Weiterentwickelung entscheidenden Momente, bezw. warum ist das Wachsthum der übrigen Culturen nicht oder nur wenig vorwärts geschritten?

Aus dem Vergleich der Culturen geht einmal mit Sicherheit hervor, dass hohe Temperatur unerlässliche Bedingung für das Gelingen der Versuche ist. Das zeigt mit grosser Deutlichkeit der fast vollständige Stillstand der Culturen im ungeheizten Zimmer. Aber dass hohe Temperatur nicht allein im Stande ist, das Wachsthum ergiebig zu gestalten, ergeben die Culturen im Thermostaten und die von Sand völlig bedeckten Knollen im Vermehrungshaus. Nothwendig ist als weitere Bedingung eine tüchtige Lüftung der Culturen. Diese Massregel schliesst mehrere Factoren in sich, nämlich erstens die vermehrte Zuführung von Sauerstoff. Ich möchte hier einschaltend bemerken, dass ich bei anderen Versuchen ähnlicher Art stets einen fördernden Einfluss von vermehrter Sauerstoffzufuhr habe feststellen können. Zweitens die Steigerung der Transpiration, über deren Rolle im Leben der Gewächse uns zur Zeit eine erschöpfende Kenntniss fehlt. Im Zusammenhang mit der Lüftung steht auch die Wirkung des fleissigen Bespritzens der oberen Fläche der Knollen. Durch diese Massregel wurde zwar der Wasserdampfabgabe entgegengearbeitet, auf der anderen Seite aber erschwerte sie die Bildung weiterer dichter Korkschichten, die für den Gaswechsel ein grosses Hinderniss gebildet hätten. Auch die directe Bestrahlung dieser feucht gehaltenen Fläche, die ja sonst das Wachsthum des Vortriebs hemmt, ist vielleicht insofern der Entwickelung der Knospen günstig gewesen, als neben der Wärmewirkung die Ergrünung der Leukoplasten mit einem vermehrten Sauerstoffconsum, überhaupt mit einer erhöhten Thätigkeit der Zellen, verbunden war, die auf die benachbarten Zellen des Vegetationspunktes nicht ohne Einfluss geblieben sein wird.

Die Nährlösung, obwohl auf das weitere Wachsthum der ausgetriebenen Wurzeln von stimulirender Wirkung, dürfte einen directen Einfluss kaum gehabt haben.

Fassen wir die Ergebnisse zusammen, so sind für das Gelingen der Versuche als wesentlich zu betrachten hohe Temperatur und tüchtige Durchlüftung der Culturen.

Im Herbst 1900 wurden ähnliche Versuche mit einjährigen Zwiebeln von *Allium Cepa* angestellt, und sie gelangen noch weit leichter als bei der Kartoffel. Zuerst wachsen die schon vorhandenen Wurzelanlagen aus, dann folgt das Wachsthum des Sprosses nach und zwar um so rascher, je mehr Zwiebelschuppen entfernt worden sind; also auch hier dieselbe Beobachtung des fördernden Einflusses der Luftzufuhr, wie wir ihn bei der Kartoffelknolle gefunden haben.

Durch die oben geschilderten Massnahmen war es uns gelungen, den Zellen des Vegetationspunktes einen anderen Entwickelungsverlauf aufzudrängen, als sie unter gewöhnlichen Umständen genommen hätten; die Zeit des embryonalen Stadiums wurde abgekürzt und die Phase der Streckung rascher herbeigeführt. Es ist ausser Zweifel, dass die geschilderte Methode weder bei allen Knollengewächsen, geschweige denn bei allen Pflanzen zum Ziele führen wird, noch, dass es die einzige ist, um gerade bei der Kartoffel das erwünschte Resultat zu erreichen. Diese Erwägung macht es aber in hohem Grade wahrscheinlich, dass wir bei vielen, vielleicht bei allen Objecten Mittel und Wege finden werden, um durch äussere Einwirkung zu erreichen, was bis jetzt entweder überhaupt nicht gelungen oder nur auf dem Wege der sogen. Correlation zu erreichen war.

Als ein Mittel, um besonders die Knospen von Holzgewächsen zum frühzeitigen Austreiben zu veranlassen, hat sich die Anwendung von Schwefeläther[1]) erwiesen. Worin das Wesen seiner Einwirkung auf das ruhende Plasma besteht, wissen wir nicht; dass er auch für dieses ein Gift ist, habe ich neulich gezeigt. Wir können nur die Wirkung auf strömendes Plasma direct beobachten, und diese kann uns vielleicht einen Fingerzeig geben, worin wir den Einfluss zu suchen haben. Bekanntlich steigert sich zuerst die Geschwindigkeit der Strömung, um allmählich abzunehmen, das Plasma verfällt in Narkose bezw. bei noch länger dauernder Einwirkung dem Tod. Das erste Stadium ist ein Excitationsstadium, die Aufnahme von Sauerstoff und Wasser, die Abgabe von Kohlensäure und Wasserdampf ist vermehrt, die ganze Stoffwechselthätigkeit gesteigert. Ist einmal die Zelle in dieser Weise aus ihrer Ruhe aufgerüttelt und kommen nun günstige Keimungsbedingungen hinzu (hohe Temperatur u. s. w.), so setzt die Zelle ihre Thätigkeit fort und beginnt zu wachsen. Wir können aber auch annehmen, dass die Wirkung gerade in der starken Zurruhesetzung des Plasmas beruht, so zwar, dass

1) W. JOHANNSEN, Aether- und Chloroform-Narkose und deren Nachwirkung (Bot. Centralbl. Bd. 68, 1896, S. 337—338).

die Zellen gewaltsam in einen Zustand tieferen Schlafes versetzt werden, dem Vorgang zu vergleichen, wonach im Pflanzen- und Thierreich manche Organismen vorher einen gewissen Grad der Austrocknung, eine gewisse Tiefe der Ruhe, erfahren müssen, um ihre Entwickelung bei Wasserzufuhr weiter fortzusetzen.

Ob die eine oder die andere Vorstellung von der Wirkungsweise des Aethers begründet ist, liesse sich wohl auf experimentellem Weg entscheiden.

Aber noch eine andere Seite des Gegenstandes beansprucht unser Interesse, nämlich die Thatsache, dass Narcotica oder diesen in ihrer Wirkung gleich zu achtende Stoffe[1]) im Stande sind, auch generative Zellen zur Weiterentwickelung anzuregen. Man kann den Einwand erheben, dass wir es hier doch mit zwei principiell verschiedenen Dingen zu thun haben, bei dem einen, den vegetativen Zellen nämlich, handelt es sich nur um eine Beschleunigung der Entwickelung, beim anderen, den Eizellen, um die Herbeiführung überhaupt der Fähigkeit der Weiterentwickelung. Aber eine scharfe Grenze lässt sich nicht ziehen. Denn einerseits giebt es generative Zellen, welche auch ohne „Befruchtung" sich weiter entwickeln, und andererseits giebt es vegetative Gewebe, welche nur unter bestimmten Umständen weiter zu wachsen vermögen; wenn diese aber nicht eintraten, schliesslich der ewigen Ruhe, dem Tode, verfallen. Ich denke hierbei an schlafende Knospen, an das Wachsthum der Grasknoten durch die Einwirkung der Schwerkraft u. s. w. Hierher kann man auch mit Recht die allmähliche Abnahme der Keimfähigkeit trockener Samen rechnen. Todte Samen zum Leben zu erwecken, wird niemals gelingen. Aber es wird einen Moment geben, wo das moleculare Gefüge eben im Begriff steht in die Brüche zu gehen, d. h. die Keimfähigkeit eben zu erlöschen in Gefahr steht. Diesen Moment hinauszuschieben, den Zerfall aufzuhalten wird unter Umständen durch ein bestimmtes Eingreifen, durch die Einwirkung nur eines bestimmten Stoffes möglich sein, um fernerhin die Fortentwickelung zu sichern.

Schon die Thatsache, dass wir bei vegetativen und generativen Zellen mit ähnlichen Mitteln ähnliche Wirkung erzielen, lässt bis zu einem gewissen Grad die Annahme gerechtfertigt erscheinen, dass wir es im Grunde mit derselben Erscheinung des Plasmas zu thun haben.

Fernerhin wäre der erwähnte Einwand dann stichhaltig, wenn es sich bei der Weiterentwickelung von generativen Zellen immer nur um Stoffzufuhr handelte. In neuer und neuester Zeit sind ja verschiedene Mittel bekannt geworden, mit deren Hülfe es gelingt, Ei-

1) M. Alfred Giard, Sur la Pseudogamie osmotique (Tonogamie). (Extr. des comptes rendus des séances de la Société de Biologie 1900.)

zellen zur Weiterentwickelung anzuregen.[1]) Wir können sie in zwei Gruppen theilen, solche, welche in der Zuführung eines Stoffes bestehen (KLEBS, LOEB, WINKLER), und solche, bei denen es sich um auslösenden Reiz ohne besondere Stoffzuführung handelt (NATHANSOHN, TICHOMIROV).[2])

Sollte nicht hier die nächste gemeinsame Wirkung dieser Mittel darin bestehen, dass sie alle die Athmung steigern, indem sie grössere Mengen von Sauerstoff in den Organismus einführen? Die Art und Weise, wie diese Oxydation vor sich geht, kann sehr verschieden sein. Ein Rückblick auf unsere Versuche an der Kartoffel giebt uns darüber keinen Aufschluss, ob wir etwa die Menge eines schon vorhandenen Fermentes durch unsere Massnahmen vermehrt oder dessen Wirkung gesteigert oder seine Wirkungsweise, an welche die normale Entwickelung gebunden ist, durch diese Massnahmen ersetzt haben. Hier ist der Punkt, wo die experimentelle Forschung einsetzen muss und von wo aus wir vielleicht einen Einblick erhalten können in das Räthsel, das man mit dem Namen „Periodicität" bezeichnet.

Tübingen, Botanisches Institut.

---

# 11. E. Lemmermann: Beiträge zur Kenntniss der Planktonalgen.

Mit Tafel IV.

Eingegangen am 21. Februar 1901.

## XII. Notizen über einige Schwebalgen.

(Aus der botanischen Abtheilung des Städtischen Museums in Bremen.)

### 1. Hyalobryon Lauterbornii nov. spec.

Tabula nostra Fig. 1, *a—b*.

Gehäuse hyalin, cylindrisch, an der Mündung bedeutend erweitert, einzeln oder gruppenweise an anderen Algen festsitzend, nie coloniebildend, 27—36 μ lang und 5—6 μ breit, an der Mündung 11—12 μ breit. Zelle länglich, mit dem hyalinen Hinterende am Grunde des Gehäuses befestigt.

1) Vergl. das treffliche Referat von H. SOLMS in Bot. Zeitg., 58. Jahrg., 1900, Nr. 24, S. 376—379.

2) Zusammenstellung bei H. WINKLER, Ueber die Furchung unbefruchteter Eier unter der Einwirkung von Extractivstoffen aus dem Sperma (Nachr. der k. Ges. der Wissensch. zu Göttingen. Math.-naturw. Cl. 1900. Heft 2).

Verbreitung: Plankton des Dümmer Sees, an *Asterionella*, *Dinobryon*, *Lyngbya* etc. festsitzend.

Die Gattung *Hyalobryon* wurde von LAUTERBORN im Jahre 1899 aufgestellt und als einzige Species *Hyalobryon ramosum* Lauterborn beschrieben und abgebildet.[1]) Besonders charakteristisch ist für die Gattung das aus vielen einzelnen Anwachsringen bestehende Gehäuse. *Hyalobryon ramosum* unterscheidet sich von unserer Form durch die an *Dinobryon* (Sect. *Eudinobryon*) erinnernde eigenthümliche Art der Coloniebildung[2]), die cylindrischen, an der Mündung verengerten Gehäuse, die Grössenverhältnisse, sowie die Befestigung der Zelle in der Nähe der Mündung. Die Zelle ist bei *Hyalobryon Lauterbornii* stets am Grunde des Gehäuses befestigt, muss also wohl ein ziemlich stark contractiles Hinterende haben, denn sonst wäre die Entstehung der oberen Anwachsringe schwer zu erklären. Da ich leider wegen der grossen Entfernung des Dümmer Sees die sehr empfindlichen Organismen nicht lebend nach Bremen transportiren konnte, vermag ich bis jetzt über die Art der Vermehrung etc. nichts zu berichten. Einmal sah ich ein Gehäuse, in welchem zwei Zellen senkrecht über einander angeordnet waren. Ob es sich in diesem Falle um einen anormalen Theilungsvorgang handelte, oder ob die Vermehrung überhaupt durch Quertheilung erfolgt, müssen spätere Beobachtungen lehren.

### 2. Uroglenopsis americana (Calk) Lemm.

In Folge der Untersuchungen von O. ZACHARIAS über den Bau der Colonien von *Uroglena volvox* Ehrenb.[3]) habe ich seiner Zeit die amerikanischen Arten von *Uroglena* zu der neuen Gattung *Uroglenopsis* vereinigt[4]). Da diese in der kürzlich erschienenen Bearbeitung der Flagellaten[5]) fehlt, so erlaube ich mir, noch einmal auf die Unterschiede der beiden Gattungen *Uroglena* Ehrb. und *Uroglenopsis* Lemm. hinzuweisen.

| *Uroglenopsis* Lemm. | *Uroglena* Ehrb. |
|---|---|
| Zellen einzeln, nicht mit einander verbunden. | Zellen durch ein Netzwerk von verzweigten Gallertfäden verbunden. |
| Eine contractile Vacuole. | 1—2 nicht contractile Vacuolen. |
| Chromatophor muldenförmig, gerade, gelbgrün. | Chromatophor schraubig gewunden, gelb. |
| Hinterende mit vielen Oeltropfen. | Hinterende ohne Oeltropfen. |
| Vermehrung durch Quertheilung. | Vermehrung durch Längstheilung. |
| Dauerzelle mit dicker Gallerthülle, ohne feste Membran. | Dauerzellen mit fester, bestachelter Membran und halsartigem, röhrenförmigem Fortsatze. |

1) Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. LXV, S. 377 ff.

2) Ber. der Deutschen bot. Ges. 1900, Heft 10, S. 513 ff.

3) Forschungsber. der biol. Stat. in Plön, 3. Theil, S. 78 ff. und Zool. Anzeiger, 1894, Nr. 458.

4) Forschungsber. der biol. Stat. in Plön, 7. Theil, S. 107.

5) Engler und Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. Theil, 1a Abtheilung.

Das dürfte, denke ich, wohl genügen, um die Selbstständigkeit der beiden Gattungen zu beweisen. Bezüglich der näheren Einzelheiten verweise ich auf die ausführliche Arbeit von G. T. MOORE.[1]) Ob auch *Uroglena radiata* Calk zu *Uroglenopsis* zu stellen ist, müssen weitere Untersuchungen entscheiden.

### 3. Mallomonas dubia (Seligo) Lemm.

var. *longiseta* nov. var.

Zelle länglich, circa 28—30 μ lang und 18—21 μ breit, mit 50—60 μ langen, an der Spitze deutlich gezähnten Borsten. Schuppen oval, dachziegelig über einander liegend.

Verbreitung: Scyrateich bei Senftenberg[2]), Rödel[3]) (todter Arm der Pleisse bei Leipzig), Holsten-Moor bei Plön (Holstein).[3])

Die Varietät unterscheidet sich von der typischen Form durch die Grössenverhältnisse, die sehr langen Borsten, sowie die ovalen Schildchen; letztere sind bei *M. dubia* (Seligo) Lemm. rund.[4])

### 4. Lepocinclis Perty

Synonym: *Euglena* Ehrenb. pr. p., *Chloropeltis* Stein, *Phacus* Klebs pr. p.

Zelle drehrund, nicht abgeplattet, nicht metabolisch, mit starrer, meist deutlich spiralig gestreifter Membran, einer Cilie am Vorderende, einem Augenfleck, zahlreichen, wandständigen, scheibenförmigen, grünen Chromatophoren und zwei (seltener mehreren) ringförmigen, meist seitlich angeordneten Paramylonkörnern. Vermehrung durch Theilung.

G. SENN hat diese Gattung in seiner Bearbeitung der Flagellaten[5]) mit *Phacus* vereinigt, doch dürfte die drehrunde Gestalt der Zelle, die eigenthümliche Anordnung der grossen ringförmigen Paramylonkörner und das Fehlen jeglicher Metabolie eine generische Trennung der beiden Gattungen wohl rechtfertigen.

*Phacus* und *Lepocinclis* stimmen hinsichtlich ihres Aufbaues vollständig mit *Euglena* überein, unterscheiden sich aber davon hauptsächlich durch ihre Körperform. *Euglena* ist lang gestreckt, cylindrisch, länglich oder bandförmig und sehr stark (*E. viridis* Ehrenb., *E. Ehrenbergii* Klebs etc.) oder sehr gering metabolisch (*E. acus* Ehrenb., *E. oblonga* Schmitz etc.). *Phacus* ist platt gedrückt und nicht oder nur wenig metabolisch. Will man also die Gattung *Phacus* wegen

1) Bot. Gazette 1897, Bd. 23, S. 105—112, Tafel X.

2) Ich verdanke diese Planktonprobe der Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. M. MARSSON (Berlin).

3) Nach gütiger Mittheilung von Herrn A. VOIGT (Plön).

4) A. SELIGO, Ueber einige Flagellaten des Süsswasserplankton, S. 7, Abb. 12 der Tafel.

5) l. c. S. 176.

ihrer Zellform und der gering entwickelten Metabolie von *Euglena* trennen, so muss meiner Meinung nach auch eine Trennung von *Lepocinclis* und *Phacus* erfolgen.

Die Gattung *Phacus* Nitzsch scheide ich in vier Untergattungen, nämlich:

A. *Euphacus* nob.: Zelle am Hinterende mehr oder weniger deutlich zugespitzt oder in einen hyalinen Stachel ausgezogen. Membran deutlich längsgestreift. Neun Arten, z. B. *Ph. anacoelus* Stokes, *Ph. longicauda* (Ehrenb.) Duj.

B. *Spirophacus* nob.: Zelle am Hinterende mehr oder weniger zugespitzt oder in einen hyalinen Endstachel ausgezogen. Membran deutlich spiralig gestreift. 6 Arten, z. B. *Ph. pyrum* (Ehrenb.) Stein, *Ph. striata* Francé.

C. *Chloropeltis* (Stein) nob.: Zelle am Hinterende mehr oder weniger deutlich zugespitzt oder in einen hyalinen Stachel ausgezogen. Membran mit feinen Stacheln oder Warzen besetzt, zuweilen mit Längsstreifen. Zwei Arten, *Ph. hispidula* (Eichwald) nob.,[1]) *Ph. moniliata* (Stokes) nob.[2])

D. *Cyclanura* (Stokes) nob.: Zelle am Hinterende abgerundet. Membran mit Längsstreifen. Eine Art, *Ph. Stokesii* nob.[3])

Zur Gattung *Lepocinclis* Perty zähle ich folgende Formen:

a) *L. ovum* (Ehrenb.) nob.

Synonyme: *Euglena ovum* Ehrenb., Monatsber. der Berl. Akad. 1840, S. 200; *Chloropeltis ovum* Stein pr. p., Organismus Taf. XIX, Fig. 45, 46, 49, 50; *Phacus ovum* (Ehrenb.) Klebs var. *cylindrica* Klebs, Unters. aus dem bot. Inst. zu Tübingen, Bd. 1, S. 314; *Euglena zonalis* Carter, Ann. and Mag. Nat. Hist., 3. ser., vol. III, S. 17, Taf. I, Fig. 16.

Zelle oval bis fast cylindrisch, am Hinterende mit deutlich abgesetztem Stachel, mit zwei grossen ringförmigen Paramylonkörnern, 30—38 $\mu$ lang und 15—18 $\mu$ breit. Stachel ca. 6—7 $\mu$ lang. Cilie doppelt so lang wie die Zelle. Membran deutlich spiralig gestreift. Verbreitung: Europa.

var. *globula* (Perty) nob.

Synonym: *Lepocinclis globulus* Perty, kl. Lebensf., S. 165, Taf. X, Fig. 7 pr. p.; *Phacus ovum* (Ehrenb.) Klebs var. *globula* Klebs l. c. S. 314.

Zelle rundlich, 16—21 $\mu$ breit und 20—27 $\mu$ lang, mit zwei

1) Synonym: *Chloropeltis hispidula* (Eichwald) Stein.

2) Synonym: *Chloropeltis moniliata* Stokes. Trenton, Nat. Hist. Soc. T. 91. Taf. I, Fig. 27.

3) Synonym: *Cyclanura orbiculata* Stokes l. c. S. 89, Taf. I, Fig. 27.

grossen, seitlich gelegenen, ringförmigen Paramylonkörnern. Cilie 2—3 mal so lang wie die Zelle. Membran deutlich spiralig gestreift.
Verbreitung: Europa (Deutschland).

var. *striata* (Hübner) nob.

Synonym: *Euglena ovum* Ehrenb. var. *striata* Hübner, Euglenaceenflora von Stralsund, S. 12, Fig. 13 der Tafel.

Zelle kurz cylindrisch, 25 μ breit und 37—38 μ lang, mit zahlreichen, grossen, ringförmigen Paramylonkörnern. Endstachel kurz kegelförmig. Membran stark spiralig gestreift.

Verbreitung: Europa (Deutschland).

var. *Steinii* nova var.

Synonym: *Chloropeltis ovum* Stein l. c. Taf. XIX, Fig. 47—48.

Zelle spindelförmig, 15 μ breit, ohne Stachel 30 μ, mit demselben 34 μ lang, mit zwei grossen, ringförmigen Paramylonkörnern. Membranstreifen schwach spiralig verlaufend.

Verbreitung: Europa (Oesterreich, Deutschland).

b) *L. Buetschlii* nov. spec.

Synonym: *Lepocinclis ovum* Ehrenb. in BRONN, Kl. und Ord. des Thierreiches, I. Bd., 2. Abth., Taf. 47, Fig. 17.

Zelle oval, am Hinterende kurz zugespitzt, 34—38 μ lang und 21—23 μ breit. Membran deutlich spiralig gestreift.

Verbreitung: Europa (Deutschland).

c) *L. teres* (Schmitz) Francé, Protozoa, S. 35.

Synonym: *Phacus teres* Schmitz, Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XV, S. 42, Taf. I, Fig. 16.

Zelle drehrund, eiförmig bis spindelförmig, vorn abgerundet, nach hinten kegelförmig verjüngt und in eine kurze Spitze ausgezogen, 41 μ lang und 17 μ breit. Cilie länger als der Körper. Membran dick, zart spiralig gestreift.

Verbreitung: Europa (Deutschland).

d) *L. fusiformis* (Carter) nob. Tabula nostra Fig. 2.

Synonym: *Euglena fusiformis* Carter l. c. S. 17, Taf. I, Fig. 15.

Zelle breit elliptisch, an beiden Enden zugespitzt, 25—36 μ lang und 14—23 μ breit, mit zwei seitlich gelegenen, ringförmigen Paramylonkörnern. Cilie etwa so lang wie die Zelle. Membran deutlich spiralig gestreift.

Verbreitung: Ostindien, Deutschland.

e) *L. acicularis* Francé, Protozoa S. 32, Fig. 25—26.

Zelle lang spindelförmig, 21—22 μ lang, 6—9 μ breit, mit 2 grossen, seitlich gelegenen, ringförmigen Paramylonkörnern. Cilie

länger wie die Zelle. Membran nur mit einigen (meist 12) spiralig verlaufenden Streifen.

Verbreitung: Europa (Ungarn).

f) *L. texta* (Duj.) nob.

Synonyme: *Crumenula texta* Duj., Hist. des Zoophytes S. 329, Taf. V, Fig. 8; *Euglena texta* (Duj.) Hübner l. c., S. 12, Abbildung Fig. 14a; *Lepocinclis obtusa* Francé, Protozoa S. 35, Fig. 31.

Zelle kurz eiförmig, am Hinterende häufig abgestutzt, 52—60 μ lang, 38 μ breit, mit vielen cylindrischen, kugeligen oder ringförmigen Paramylonkörnern. Cilie so lang oder länger als der Körper. Membran stark spiralig gestreift.

Verbreitung: Europa (Deutschland, Oesterreich, Ungarn, Frankreich).

g) *L. globosa* Francé, Protozoa S. 33, Fig. 29—30.

Zelle kugelig, 14—21 μ gross, mit 2 grossen, seitlich gelegenen, ringförmigen Paramylonkörnern. Cilie etwas kürzer wie der Körper. Membran fast glatt, nicht gestreift.

Verbreitung: Europa (Ungarn).

var. *cylindrica* nov. var.

Synonym: *L. globosa* Francé l. c., Fig. 27.

Zelle cylindrisch, doppelt so lang wie breit; sonst wie die typische Form.

Verbreitung: Europa (Ungarn).

var. *fusiformis* nov. var.

Zelle kurz spindelförmig, $1^1/_2$ mal so lang wie breit; sonst wie die typische Form.

Verbreitung: Europa (Ungarn).

**5. Tetraëdron limneticum Borge**

var. *trifurcatum* nov. var.

Zelle regelmässig tetraëdrisch, 34 μ gross, an den Ecken in lange, hyaline Fortsätze ausgezogen, welche an den Enden in drei 7 μ lange Arme getheilt sind. Jeder Arm ist am Ende mit zwei kurzen Spitzen besetzt.

Verbreitung: Grunewaldsee.[1]

Die Varietät unterscheidet sich von *T. limneticum* Borge (Bot. Notiser 1900, S. 5, Taf. 1, Fig. 2) durch die Dreitheilung der Fortsätze; letztere sind bei der Borge'schen Form bekanntlich stets nur in zwei Arme getheilt.

1) Ich verdanke diese Planktonprobe der Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. M. Marsson (Berlin).

### 6. Lyngbya contorta Lemm.

Forschungsber. der biol. Stat. in Plön. 6. Theil, S. 202, Taf. V, Fig. 10—13.

Diese charakteristische Planktonalge fand ich im Jahre 1896 zuerst im Plankton des grossen Waterneverstorfer Binnensees in Holstein, habe sie aber seitdem in vielen anderen kleineren und grösseren Gewässern beobachtet. Sie ist nach meinen Erfahrungen im Plankton flacher brackischer Gewässer fast stets anzutreffen, fehlt aber auch nicht in vielen Teichen und Seen mit süssem Wasser.

Kürzlich hat R. CHODAT im Plankton eines Teiches in Dänemark eine Alge aufgefunden[1]), welche ebenfalls spiralig gewundene Fäden bildet; er nennt sie *Gloeotila contorta* Chod.[2]) und meint, dass sie mit *Lyngbya contorta* Lemm. zu identificiren sei. Das ist aber sicher nicht der Fall. Zum Vergleiche gebe ich auf Tafel IV Zeichnungen beider Formen. Fig. 3 stellt ein Fadenstück von *Lyngbya contorta* Lemm., Fig. 4 ein solches von *Gloeotila contorta* Chod. dar; letztere Abbildung ist eine Reproduction der von R. CHODAT gegegebenen Originalzeichnung. *Lyngbya contorta* Lemm. besitzt stets eine deutliche, wohl entwickelte Scheide; der Zellinhalt ist homogen und blassblaugrün gefärbt. *Gloeotila contorta* Chod. hat keine Scheide, aber eine deutliche, der einen Zellwand anliegende Chromatophorenplatte von grüner(?) Farbe.

Ob überhaupt die von R. CHODAT beschriebene Form zur Gattung *Gloeotila* gehört, erscheint mir sehr zweifelhaft; handelt es sich wirklich um eine Ulotrichiacee, wie R. CHODAT meint, so könnte der Mangel des Pyrenoides möglicherweise wohl die Aufstellung einer neuen Gattung erforderlich machen.

### 7. Closteriopsis longissima Lemm.

Forschungsber. der biol. Station in Plön. 7. Theil, S. 124, Taf. II, Fig. 36—38.

Ich habe diese Alge wegen der grossen Aehnlichkeit mit *Closterium* früher zu den Conjugaten gestellt, später aber wieder davon getrennt.[3]) R. CHODAT beschreibt in seiner oben erwähnten Arbeit[4]) als *Raphidium pyrogenum* Chod. eine Alge, welche mit *Closteriopsis longissima* unzweifelhaft identisch ist. Dieselbe vermehrt sich nach seinen Beobachtungen durch Quertheilung.

Da aber bei den bisher beschriebenen *Raphidium*-Arten niemals Pyrenoide constatirt worden sind, auch die Vermehrung bei ihnen stets durch schiefe Längstheilung erfolgt, ist es meines Erachtens besser, die

---

1) Mém. de l'Herb. Boiss. 1900. S. 10, Fig. 20.

2) S. 8 nennt R. CHODAT dieselbe Alge *Gloeotila spiralis* Chodat.

3) Algenflora eines Moortümpels bei Plön (Forschungsber. der biol. Station in Plön. 8. Theil, S. 66).

4) l. c. S. 9.

beiden Gattungen *Raphidium* und *Closteriopsis* von einander zu trennen und *Rh. pyrogenum* Chodat als Synonym zu *Closteriopsis longissima* Lemm. zu ziehen.

## XIII. Das Phytoplankton des Ryck und des Greifswalder Boddens.

Infolge meiner Arbeit über das Hyphalmyro-Plankton[1]) hat Herr Dr. Marsson (Berlin) im Juni 1900 im Greifswalder Bodden und im Ryck bei Greifswald für mich Planktonproben gesammelt. Ich spreche ihm auch an dieser Stelle dafür meinen verbindlichsten Dank aus.

Das Resultat der Untersuchung war folgendes:

| | Bodden | Ryck |
|---|---|---|
| **1. Flagellatae.** | | |
| 1. *Cryptomonas erosa* Ehrenb. | — | s |
| 2. *Phacus pleuronectes* Duj. | — | s |
| 3. *Euglena viridis* Ehrenb. | — | s |
| 4. *Trachelomonas volvocina* var. *minima* Lemm. | — | s |
| 5. *T. hispida* (Ehrenb.) Stein | — | s |
| **2. Chlorophyceae.** | | |
| 6. *Gonium pectorale* Muell. | — | v |
| 7. *G. sociale* (Duj.) Warm. | s | — |
| 8. *Eudorina elegans* Ehrenb. | — | s |
| 9. *Pandorina Morum* (Muell.) Bory | — | s |
| 10. *Spondylomorum quaternarium* Ehrenb. | — | s |
| 11. *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb. | v | v |
| 12. *Sc. obliquus* (Turp.) Kuetz. | — | s |
| 13. *Coelastrum microporum* Naeg. | s | — |
| 14. *C. reticulatum* (Dang.) Lemm. | s | — |
| 15. *Pediastrum integrum* Naeg. var. *Braunianum* (Grun.) Nordst. | s | — |

| | Bodden | Ryck |
|---|---|---|
| 16. *P. Kawraiskyi* Schmidle | v | s |
| 17. *P. Boryanum* (Turp.) Menegh. | h | v |
| 18. *P. Boryanum* var. *longicorne* Reinsch | h | v |
| 19. — — var. *divergens* Lemm. | s | s |
| 20. *P. duplex* var. *pulchrum* Lemm. | v | v |
| 21. *Oocystis lacustris* Chodat | — | s |
| 22. *O. pelagica* nov. spec. | s | — |
| 23. *Dictyosphaerium pulchellum* Wood | v | s |
| 24. *Kirchneriella lunaris* Schmidle | — | s |
| **3. Conjugatae.** | | |
| 25. *Closterium striolatum* Ehrenb. | — | s |
| **4. Peridiniales.** | | |
| 26. *Glenodinium foliaceum* Stein. | — | h |
| 27. *Peridinium divergens* var. *Levanderi* Lemm. | s | — |
| **5. Silicoflagellatae[2]).** | | |
| 28. *Ebria tripartita* (Schum.) Lemm. | s | — |

1) Ber. der Deutschen Bot. Ges. 1900. Heft 3, S. 94ff. und Forschungsber. der biol. Station in Plön. 8. Theil, S. 78—79.

2) Die Gruppe der *Silicoflagellatae* theile ich ich folgendermassen ein:
I. Ord. *Siphonotestales* nob.: Gehäuse aus hohlen Kieselbalken bestehend, ring-, hut- oder pyramidenförmig.
Fam. *Dictyochaceae* nob.: Zelien mit einer Geissel.
Gatt. *Mesocena* Ehrenb., *Dictyocha* Ehrenb., *Distephanus* Stöhr, *Cannopilus* Haeckel.

| | Bodden | Ryck |
|---|---|---|
| **6. Bacillariales.** | | |
| 29. *Melosira granulata* (Ehrenb.) Ralfs[1] | v | — |
| 30. *M. distans* (Ehrenb.) Kuetz.[1] | — | s |
| 31. *Cyclotella Meneghiniana* Kuetz. | — | v |
| 32. *Stephanodiscus Hantzschii* var. *pusillus* Grun. | — | v |
| 33. *Coscinodiscus subtilis* Ehrenb. | h | v |
| 34. *Chaetoceras decipiens* Cleve und Varietäten | h | v |
| 35. *Grammatophora marina* (Lyngb.) Kuetz. | s | s |
| 36. *Diatoma elongatum* Ag. | s | v |
| 37. *Fragilaria virescens* Ralfs. | — | v |
| 38. *F. capucina* Desmaz. | v | s |
| 39. *F. mutabilis* Grun. | — | v |
| 40. *F. construens* (Ehrenb.) Grun. | — | v |
| 41. *Synedra Ulna* (Nitzsch) Ehrenb. | — | s |
| 42. *Navicula radiosa* Kuetz. | — | s |
| 43. *N. rhynchocephala* Kuetz. | — | v |
| 44. *N. viridis* (Nitzsch) Kuetz. | — | s |
| 45. *Amphiprora alata* Kuetz. | s | v |
| 46. *Amphora ovalis* (Bréb.) Kuetz. | — | s |
| 47. — — var. *Pediculus* (Kuetz.) V. H.[2] | — | v |
| 48. *Nitzschia Palea* (Kuetz.) W. Sm. | — | v |
| 49. *N. acicularis* (Kuetz.) W. Sm. | — | v |
| 50. *N. curvirostris* var. *delicatissima* Lemm. | — | s |
| 51. *N. sigmoidea* (Nitzsch) W. Sm. | — | v |
| 52. *N. sigma* (Kuetz.) W. Sm. | s | — |
| 53. *Cymatopleura Solea* var. *apiculata* Ralfs | — | s |
| 54. *Surirella biseriata* (Ehrenb.) Bréb. | — | s |
| 55. *S. Gemma* Ehrenb. | s | — |
| 56. *S. ovalis* var. *ovata* (Kuetz.) V. H. | s | — |
| 57. — — *pinnata* (W. Sm.) V. H. | s | — |
| 58. — — var. *minuta* (Bréb.) V. H. | — | v |
| 59. *Campylodiscus clypeus* Ehrenb. | — | s |
| 60. *C. noricus* Ehrenb. | s | — |
| **7. Schizophyceae.** | | |
| 61. *Chroococcus limneticus* Lemm. | h | v |
| 62. — — var. *subsalsus* Lemm. | — | s |
| 63. *Dactylococcopsis rhaphidioides* Hansg. | s | s |
| 64. *Polycystis viridis* A. Br. | s | — |
| 65. *P. aeruginosa* Kuetz. | s | v |
| 66. *P. incerta* Lemm. | v | v |
| 67. *Gomphosphaera lacustris* var. *compacta* Lemm. | v | — |
| 68. *Merismopedium glaucum* (Ehrenb.) Naeg. | s | — |
| 69. *M. tenuissimum* Lemm. | s | — |
| 70. *Lyngbya limnetica* Lemm. | s | — |
| 71. *L. lacustris* Lemm. | — | v |
| 72. *L. contorta* Lemm. | v | v |
| 73. *Aphanizomenon flos aquae* Ralfs | s | — |

Ein Vergleich dieser Liste mit meinen früheren Angaben lehrt Folgendes:

a) Es bestätigt sich zunächst das Fehlen von *Dinobryon*, *Mallomonas*, *Synura*, *Uroglena* etc. Indessen ist darauf wohl kein grosses

II. Ord. *Stereotestales* nob.: Gehäuse aus soliden Kieselbalken bestehend.
Fam. *Ebriaceae* nob.: Zellen mit zwei Geisseln.
Gatt. *Ebria* Borgert.
Eine ausführliche Zusammenstellung der einzelnen Arten werde ich im nächsten Hefte geben.

1) Nur leere Schalen!

2) Auf *Nitzschia sigmoidea* (Nitzsch) W. Sm.!

Gewicht zu legen, da von K. LEVANDER in den Skären bei Helsingfors im brackischem Wasser eine Reihe brauner Flagellaten gefunden worden sind.[1]) Es sind folgende: 1. *Hymenomonas roseola* Stein (Löfö), 2. *Synura uvella* Ehrenb. (Esbo-Bucht), 3. *D. Sertularia* Ehrenb. (Esbo-Bucht), 4. *Uroglena volvox* Ehrenb. (Löfö, Ramsö-Sund), 5. *Cryptomonas ovata*[2]) Ehrenb. (Löfö, Ramsö-Sund).

b) Auffällig ist ferner das Vorkommen von *Eudorina* und *Pandorina*[3]), sowie das reichliche Auftreten von *Pediastrum* und *Scenedesmus*. Es liegt die Vermuthung nahe, dass diese und andere Grünalgen von den Mündungen der grösseren oder kleineren Flüsse aus in das brackische resp. salzhaltige Wasser gelangen. Umgekehrt kommen natürlich auch Salzwasserformen mit in die Flussmündungen. Regelmässig fortgesetzte Untersuchungen der Mündungsgebiete würden wohl genauere Aufschlüsse über diese Verhältnisse geben. Bislang fehlen eingehende Angaben darüber fast ganz.

c) Es fehlen auch im Ryck viele Bacillariaceen des Süsswasserplanktons, z. B.: *Asterionella*, *Fragilaria crotonensis* Kitt, *Rhizosolenia*, *Attheya*, *Tabellaria*, *Synedra delicatissima* W. Sm., *S actinastroides* Lemm.

d) Neben einzelnen Süsswasserformen sind auch typische Bewohner des salzhaltigen Wassers vorhanden; ich nenne nur: *Glenodinium foliaceum* Stein, *Coscinodiscus subtilis* Ehrenb., *Chaetoceras decipiens* Cleve, *Grammatophora marina* (Lyngb.) Kuetz. und *Surirella Gemma* Ehrenb.

Diese kurze Zusammenstellung hat nur den Zweck, zu weiteren, gründlicheren Untersuchungen des Planktons der Flussmündungen, sowie des brackischen Wassers überhaupt anzuregen.

---

1) Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica Bd. XII, S. 30ff.

2) Dangeard hat aus dem Mittelmeer eine *Cryptomonas*-Art als *Cr. marina* Dang. [*Rhodomonas marina* (Dang.) nob.] beschrieben (Le Botaniste 1892, S. 32, Taf. II, Fig. 20).

3) K. Levander verzeichnet ausser *Eudorina* für die Skären von Helsingfors noch folgende grüne Formen: 1. *Lepocinclis ovum* (Löfö). 2. *Phacus pyrum* (Ehrenb.) Stein (Löfö). 3. *Colacium vesiculosum* Ehrenb. (Seewasser, auf *Anuraea cochlearis* var. *recurvispina* Jägersk.). 4. *Carteria cordiformis* (Carter) Dill (Löfö). 5. *Chlorangium stentorinum* (Ehrenb.) Stein (Seewasser bei Löfö an *Anuraea cochlearis* var. *recurvispina* Jägersk.). — Von Peridineen fand er: *Hemidinium nasutum* Stein (Ramsö-Sund), *Gymnodinium aeruginosum* Stein (Löfö-Sund), *Spirodinium fissum* (Levander) Lemm. (Löfö-Sund), *Peridinium Levanderi* Lemm. (Skären von Esbo, Ramsö-Sund), *P. catenatum* Levander (Skären von Helsingfors und Esbo), *P. divergens* var. *Levanderi* Lemm. (Skären westlich von Helsingfors), *P. balticum* (Levander) Lemm. (Löfö-Sund), *Glenodinium foliaceum* Stein (Tölöwik bei Helsingfors, Löfö-Sund), *Ceratium hirundinella* var. *furcoides* Levander (Esbo-Bucht, nördlicher Hafen von Helsingfors), *Ceratium tripos* C. F. M. (Löfö), *Dinophysis rotundata* Clap. et Lachm. (Löfö, Ramsö-Sund), *D. acuta* Ehrenb. (Esbo-Löfö, Ramsö-Sund, Hundörn, Lappwick, bei Fölisö).

Der Ryck bei Greifswald dürfte z. B. in dieser Beziehung ein günstig gelegenes Beobachtungsfeld abgeben.

Diagnose der neuen Form:

*Oocystis pelagica* nov. spec.

Zellen zu 4—8 μ von der weiten, gallertartigen Mutterzellhaut umschlossen, elliptisch, mit zahlreichen, wandständigen, scheibenförmigen Chromatophoren, ohne Pyrenoide. Hülle 23 : 30 μ, Zellen 7 : 12 μ gross.

Verbreitung: Greifswalder Bodden.

Die nächst verwandte Art ist *O. lacustris* Chodat; meine Form unterscheidet sich hauptsächlich davon durch die zahlreich vorhandenen Chromatophoren. *O. lacustris* Chodat besitzt dagegen nur 1 bis 3 Chromatophoren.

### Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren sind mit Ausnahme von Fig. 4 mit Hülfe des kleinen SEIBERT'schen Zeichenapparates nach einem SEIBERT'schen Mikroskop entworfen.

Fig. 1*a—b*. *Hyalobryon Lauterbornii* nov. spec. Vergr. 750.
„ 2. *Lepocinclis fusiformis* (Carter) nob. Vergr. 750.
„ 3. *Lyngbya contorta* Lemm. Vergr. ca. 2000.
„ 4. *Gloeotila contorta* Chodat.
„ 5. *Pediastrum Kawraiskyi* Schmidle. Vergr. 305.
„ 6. *Ped. Boryanum* var. *divergens* Lemm. Vergr. 750.
„ 7. *Oocystis pelagica* nov. spec. Vergr. 750.
„ 8. *Polycystis incerta* Lemm. Vergr. 750.
„ 9. *Pediastrum integrum* var. *Braunianum* (Grun.) Nordst. Vergr. 450.

## 12. R. A. Philippi: Eine Wurzel direct in ein Blatt verwandelt.

Mit einem Holzschnitt.

Eingegangen am 21. Februar 1901.

In unserem Winter und sehr zur Unzeit hatte ich mehrere Arten Blumenzwiebeln aus Deutschland erhalten, darunter auch solche von *Crocus vernus*.

Die meisten pflanzte ich in das freie Land, aber auch aus Vorsicht vier bis sechs von jeder Art in Blumentöpfe, die ich in mein kleines Gewächshaus stellte. Winter und Frühjahr waren in Chile so regnerisch, wie ich diese Jahreszeiten in den 49 Jahren, die ich

nun in Chile ansässig bin, nicht erlebt habe. Zum Ueberfluss wollten meine beiden Leibärzte, mein Enkel und dessen Schwager, mir nicht erlauben, in dieser Zeit das Zimmer zu verlassen. Als endlich gut Wetter eingetreten war, stellte sich heraus, dass sämmtliche in's freie Land gesetzten Zwiebeln verschwunden waren und auch im Gewächshaus nur wenige *Lilium Martagon* und *Lilium pomponicum* und einige *Narcissus poëticus* getrieben hatten. Ich entleerte nun die Blumen-



töpfe, in denen nichts gewachsen war und entdeckte in dem Haufen Erde eine etwa 12 *cm* lange und fast 2 *mm* dicke, weisse, sehr gesunde Wurzel an einem Stück unverfaulter *Crocus*-Zwiebel. Ich dachte, du willst einmal zum Spass sehen, was geschehen wird, wenn du die Endhälfte der Wurzel frei aus der Erde hervorstehen lässest, und pflanzte den Rest der Zwiebel und die anstossende Hälfte der Wurzel wieder ein.

Mehrere Wochen bemerkte ich gar keine Veränderungen an dem in der Luft frei stehenden, 8 *cm* langen Endtheil. Dann fiel mir auf, dass auf der dem Licht zugekehrten Seite sich eine schwach

erhöhte Linie bildete, die nun ziemlich rasch zu einem blattartigen Saum und später zu einem wirklichen Blatt erwuchs.

Nachdem dieses eine Breite von 7 *mm* erreicht hatte, hat es aufgehört zu wachsen. Gleichzeitig mit seinem Wachsen entwickelte sich aber auch Chlorophyll in den Zellen, zuletzt an dem vom Licht abgekehrten und von der ursprünglichen Wurzel gebildeten Rande des Blattes.

Dieses Blatt oder, wenn man lieber will, blattartige Gebilde war nun im Stande, Stärkemehl zu erzeugen und überhaupt alle Functionen eines Blattes zu versehen, und namentlich auch seiner Wurzel Nahrung zuzuführen, was sich nach einigen Wochen dadurch kundgab, dass aus der Erde nach und nach vier normale *Crocus*-Blätter hervorgekommen sind. Herr Dr. REICHE hat die Güte gehabt, mir zu versprechen, das blattartige Gebilde mikroskopisch zu untersuchen, und ich war namentlich sehr neugierig, zu erfahren, ob ein Unterschied in den Zellen der Oberfläche oder Epidermis und den darunter liegenden Zellen wäre und ebenso, ob sich regelmässige Poren gebildet hätten. Leider hat aber Dr. REICHE eine Reise antreten müssen, und das anormale Blatt fängt jetzt an zu schrumpfen.

Die Spitze des blattartigen Gebildes wurde in einer Nacht von einem *Limax agrestis* abgefressen. In der Zeichnung ist sie durch zwei punktirte Linien ergänzt.

Santiago, den 7. Januar 1901.

---

## 13. E. Jahn: Myxomycetenstudien.

### 1. Dictydium umbilicatum Schrader.

Mit Tafel V.

Eingegangen am 22. Februar 1901.

„Nur die Cribrarien und Dictydien sind durch dicke, glänzend braune Körner ausgezeichnet, welche noch näher untersucht werden müssen. Die Farbe des Plasmodiums ist bei diesen Gattungen nach FRIES und nach meinen bis jetzt sehr vereinzelten Beobachtungen schwarzblau oder violettbraun.“ Das sind die wenigen Worte, mit denen DE BARY (1, S. 53) der Plasmodien und unfertigen Zustände der Cribrarien und Dictydien gedenkt. Seit diesen Angaben aus dem Jahre 1864 sind Plasmodien von verschiedenen Arten wiederholt be-

obachtet worden. Sie sind bei *Dictydium* schwarzblau, bei den Cribrarien ebenfalls schwarz oder bleifarben oder grünlich — alles Farben, die bei anderen Myxomyceten entweder ungewöhnlich sind oder gar nicht vorkommen.

Ueber die Entwickelung des Sporangiums einer hierher gehörigen Art liegt meines Wissens nur eine kurze Mittheilung von LIPPERT (Nr. 7) vor. Er berichtet 1896 über die Ausbildung des Sporangiums einer *Cribraria* Folgendes: „Auf der Oberfläche des Substrates zeigt sich ein glänzend schwarzes Tröpfchen, welches mit breiter, flacher Basis demselben aufsitzt. Dasselbe erhebt sich nach und nach und gestaltet sich zur Kugel, welche nach kurzer Zeit durch einen sich bildenden breiten kurzen schmutziggelben Stiel gehoben wird. Der Stiel verlängert sich, wird dünner und nimmt die schwarze Sporangiumkugel mit in die Höhe. Nach 18—20 Stunden hat der Stiel mit dem Sporangium die normale Höhe erreicht; letzteres ist glashell glänzend geworden mit röthlichem Schimmer und einigen schwarzen Netzknoten. Die Leisten des Netzwerkes sind noch nicht erkennbar. Nach mehreren Stunden färbt sich das Sporangium braun.“

Auch ZOPF (Nr. 15, S. 141) scheint die Sporangienbildung bei *Dictydium umbilicatum* gelegentlich beobachtet zu haben. Er sagt, Cyste, Haut und Stiel seien unter dem Mikroskop anfangs wundervoll veilchenblau gefärbt, bei der Reife würden sie rothbraun. Ueber die Entwickelung der Cribrariaceen meint er (Nr. 15, S. 139), es gelte als Regel, dass jedes zur Fruchtbildung bestimmte Plasmahäufchen zunächst ein Säulchen bilde, an dem es hinaufkrieche, um auf der äussersten Spitze sich zur Sporocyste zu formen. Wie wir sehen werden, ist diese Vermuthung unrichtig.

---

Ich habe mir hier für die Schilderung des Entwickelungsganges einer Cribrariacee *Dictydium umbilicatum* ausgesucht, diejenige Art, die in der Umgebung von Berlin am häufigsten vorkommt. Zweifellos stimmen die *Cribraria*-Arten in der Entwickelung mit dieser Form in allen wesentlichen Punkten überein. Junge Stadien von *Cribraria aurantiaca* Schrader, die ich aufgefunden habe, ähneln gleichaltrigen Zuständen von *Dictydium* ausserordentlich, abgesehen von der merkwürdigen grünen Farbe des Plasmodiums.

*Dictydium umbilicatum* ist einer der schönsten Myxomyceten. Bei der gewöhnlichsten Abart trägt der schlanke Stiel, der länger als 2 *mm* werden kann (vgl. Tafel V, Fig. 1 und 14), an dem hakig nach unten umgebogenen Ende einen zierlichen Spangenkorb. An der Aufhängungsstelle des Körbchens ist die sonst dunkel gefärbte Stielhaut oft ganz farblos und dünn, so dass der Sporenbehälter nur lose aufgehängt scheint und vom Winde hin- und herbewegt werden kann. So können bei trockenem Wetter die Sporen genau wie bei den

Stemonitaceen allmählich durch die Maschen des Spangenkorbs fallen und vom Wind entführt werden. Bei den zahlreichen Abbildungen. die von dieser Art ihrer Häufigkeit wegen vorhanden sind, lässt sich gewöhnlich die Neigung erkennen, die schönen Formen des Sporangiums etwas zu stilisiren. So wird namentlich der Stiel häufig als eine glatte Röhre abgebildet (vergl. z. B. ENGLER-PRANTL, Theil I, 1. S. 19), während er in Wahrheit einen oft gerunzelten und gedrehten Strang darstellt.

Gegen Kälte scheint das Plasmodium von *Dictydium*, ebenso wie die anderen Arten der Familie, einigermassen empfindlich zu sein. Ich habe es in der Umgebung Berlins nie vor Ende Mai beobachtet, im Juni, Juli und August am häufigsten getroffen, in den späteren Monaten aber nur bei wärmerer Witterung hin und wieder gesehen. *Dictydium* bevorzugt weiches, in der Zersetzung ziemlich vorgeschrittenes Holz, besonders dasjenige von *Pinus silvestris*.

Es ist eine sehr vielgestaltige Art. Man findet mitunter Formen, die von der gewöhnlichen Gestalt so sehr abweichen. dass man sie für Angehörige einer ganz anderen Gattung halten möchte. In der Umgebung Berlins tritt namentlich eine dieser Abarten Jahr für Jahr auf. Der Stiel geht hier unmittelbar ohne die hakenförmige Aufhängung in das Sporenkörbchen über; in Folge dessen steht dieses im Allgemeinen aufrecht Ein deutlicher Napf (Calyculus) fehlt immer. Die Form des Sporangiums ist länglich (Tafel V, Fig. 3), eine Andeutung der Spangen findet man höchstens am unteren Theil, oben verliert sich das Maschenwerk in ein mehr oder minder regelmässiges Netz, das ganz an die Körbchen von *Cribraria* erinnert. Ich selbst habe auch die ersten extrem ausgebildeten Exemplare, die ich fand, für eine *Cribraria* gehalten. Erst LISTER in London, dem ich sie sandte. schrieb mir, dass ihm in England ähnliche Abweichungen bekannt geworden seien, die aber mit der normalen Form von *Dictydium* durch alle Uebergänge vereinigt seien. Ein solches Exemplar hat er auf Tafel LVI, B. Fig. *c* seiner Monographie abgebildet. Ich habe daraufhin im Sommer des letzten Jahres besonders auf die Form geachtet und die Ueberzeugung gewonnen, dass es sich um nichts mehr als eine Varietät handelt. Ob bei Ausprägung dieser und anderer Abarten Witterungseinflüsse im Spiele sind, wie MACBRIDE (Nr. 10, S. 173) annimmt, lasse ich dahingestellt. Ich habe jedenfalls an einem Sommernachmittag an einem Baumstumpf die vorliegende Varietät und an einem anderen, der nicht weit davon entfernt war, die von LISTER beschriebene Varietät *Dictydium fuscum* frisch herauskommen sehen. Beide entwickelten sich augenscheinlich unter denselben Bedingungen, und trotzdem waren die jungen, kaum angelegten Sporangien sofort als verschieden zu erkennen. Ich will diese in Fig. 3 abgebildete Varietät als *Dictydium anomalum* unterscheiden.

Der Name soll die Ansicht zum Ausdruck bringen, die sich jedem aufdrängt, der eine grössere Anzahl zu verschiedenen Zeiten gesammelter Exemplare geprüft hat: die Form hat etwas Unregelmässiges. So ist sie schon mit blossem Auge gewöhnlich an der wechselnden Grösse der Sporangien, die bei den anderen Varietäten von *Dictydium* ziemlich constant ist, zu erkennen. Die grössten Körbchen übertreffen hier die kleinsten manchmal um mehr als das Doppelte. Ein anderes in die Augen fallendes Merkmal ist die Widerstandsfähigkeit der zarten Haut, die sonst bei Dictydien und Cribrarien nur im jüngsten Stadium vorhanden ist und ursprünglich alle Maschen des ganzen Sporenkörbchens überkleidet. Hier bleibt sie als ein feines irisirendes Häutchen auch bei alten Sporangien noch erhalten.

Eine zweite Varietät, die bei Berlin ebenfalls nicht selten ist, hat LISTER (Nr. 9, S. 120) im Jahre 1898 unter dem Namen *Dictydium fuscum* abgetrennt, nachdem er vorher schon in seiner Monographie (Nr. 8, S. 148) auf ihre charakteristischen Kennzeichen, den dunkeln Stiel und den wohlentwickelten Napf, aufmerksam gemacht hatte. Beide Merkmale weisen auch die hier vorkommenden Formen auf. Das Sporenkörbchen ist gewöhnlich kleiner als bei den anderen Varietäten und auch dunkler gefärbt: man kann die Varietät deshalb ebenfalls schon makroskopisch erkennen. Es giebt aber auch Formen mit wohlentwickeltem Napf, die heller gefärbt sind, und andererseits dunkle Abarten, bei denen der Napf schlecht entwickelt ist. Der „Nabel", die Einsenkung der Spangen in der Mitte, ist oft sehr wohl ausgebildet (Fig. 2); ich besitze aber auch Exemplare, wo statt seiner den ganzen Scheitel des Körbchens ein Netz, wie es *Cribraria* eigen ist, überzieht. Es kommt so eine Gestalt zu Stande, die sich mehr oder minder dem Typus nähert, den ROSTAFINSKI als besondere Gattung *Heterodictyon mirabile* neben *Dictydium* und *Cribraria* aufgestellt hat. LISTER (Nr. 8, S. 148) hat den Nachweis geführt, dass diese Formen weder als Gattung, noch als Art ein Recht haben, neben *Dictydium* bestehen zu bleiben.

Eigenthümlich ist eine unregelmässige Form, die in wechselnder Menge namentlich unter schwärzlichen Exemplaren des *Dictydium fuscum* zu finden ist. Hier ist der Napf nicht zusammenhängend entwickelt, sondern in etwa vier dreieckige Lappen gespalten, von denen die Spangen symmetrisch gekrümmt abgehen, etwa wie die Hauptnerven vom Mittelnerv eines Dikotylenblattes. Die so entstehende Zeichnung erinnert ganz an die Form des Sporangiums, die 1797 SCHRADER als eigene Art in seiner für die Systematik der Cribrariaceen grundlegenden Schrift (Nr. 13, S. 14) unter dem Namen *Dictydium venosum* beschrieben und abgebildet hat. Sie hat seitdem niemand wieder gesehen. Die Abbildung und die Beschreibung

(„stipes gracilis, flexuosus, fuscescentis coloris. Peridium cernuum, paulo minus ac in Dictydio umbilicato“) lassen kaum einen Zweifel, dass es sich um eine Form von *Dictydium fuscum* handelt.

Die normale Form von *Dictydium* (Fig. 1), durch das Fehlen des Napfes, die zahlreichen Spangen, die hellere Farbe des Stieles und die zierliche Aufhängung des Körbchens gekennzeichnet, ist wohl die gewöhnlichste Varietät in der Nähe von Berlin und in Norddeutschland überhaupt. Hier mag sie nach MACBRIDE (No. 10, S. 173) *Dictydium umbilicatum* var. *cancellatum* genannt sein. Sie erschien einmal im Jahre 1896 sogar inmitten der Stadt im Universitätsgarten. Die Sporen waren wohl vom Thiergarten gekommen, wo *Dictydium* schon 1818 von EHRENBERG (Nr. 3) „copiosissime“ gefunden worden ist.

---

Die Darstellung der Entwickelung eines Sporangiums, die ich hier gebe, ist nur annähernd vollständig, obwohl ich lange Zeit gebraucht habe, um das Untersuchungsmaterial zusammenzubringen. So häufig die Sporangien für den zu finden sind, der die Standorte und die Lebensgewohnheiten der Art kennt, so selten trifft man dennoch die Plasmodien. Das liegt vor allem daran, dass das Plasmodium die Gewohnheit hat, bis unmittelbar vor der Fructification im Holze zu bleiben und nicht erst, wie wir es von *Fuligo*, manchen Arten von *Physarum*, von *Leocarpus* und *Stemonitis* kennen, einen halben Tag oder länger herumzukriechen, bis es einen geeigneten Platz für die Sporenbildung gefunden hat. Die Cribrariaceen scheinen überhaupt während der vegetativen Lebenszeit das Innere des Holzes nur selten zu verlassen. Ich erinnere mich nur einmal, das grüne Plasmodium von *Cribraria aurantiaca* am Licht herumkriechend gefunden zu haben. Es bildete ein Netz von stärkeren und feineren Adern, genau so, wie die Plasmodien der Physaraceen und Stemonitaceen.

Die in der Entwickelung begriffenen Sporangien habe ich mit verschiedenen Fixirungsflüssigkeiten, auf deren Werth ich am Schluss eingehen werde, gewöhnlich im Walde an Ort und Stelle getödtet. Meiner Erfahrung nach ist dies die beste Methode. Einige Male habe ich die herauskommenden Plasmodien erst nach Hause gebracht und dort fixirt; die Entwickelung wird dann aber durch die fortgesetzte Erschütterung beim Transport leicht beeinträchtigt. Wenn man Stadien verschiedenen Alters haben will, muss man im Walde die Reifung abwarten und die Sporangien in bestimmten Zeitabschnitten tödten. Glücklicher Weise ist man eines allzu langen Wartens oft dadurch überhoben, dass sich unter einer herauskommenden Schar von Sporangien gewöhnlich ältere und eben erscheinende befinden. Immerhin stellt es sich häufig bei der späteren Prüfung des fixirten Materials heraus, dass bestimmte, für den Ent-

wickelungsgang wichtige Stadien gerade nicht vorhanden sind. — In der Ausbildung des Sporangiums verhält sich *Dictydium* ganz anders wie die Stemonitaceen.

Das Plasmodium erscheint auf der Oberfläche des Holzes in zahlreichen kleinen, breit aufsitzenden schwarzblauen Tröpfchen, den Anlagen der Sporangien. Jedes von ihnen schnürt sich nach einiger Zeit unten in unregelmässiger Weise ein, so dass es als ein dunkler Klumpen schief auf einem dicken Stiele zu sitzen scheint. Man begreift bald, dass diese Erhebung der Plasmakugel nur dadurch zu Stande kommt, dass die feine Haut, die rings die Kugel umgab, unten stark gefaltet worden ist und durch ihre Verengerung die Plasmakugel etwas nach oben gedrängt hat. Allmählich wird der Stiel länger und nach oben hin dünner, auch der Umfang der Plasmakugel verringert sich. Niemals aber setzt sich auch während der weiteren Entwickelung der Stiel in der Mitte der Plasmakugel an und trägt diese aufrecht; das Plasma hängt immer seitlich am Stiele herab (Fig. 5).

Wenn man ein im Entstehen begriffenes Sporangium einbettet und in Längs- oder Querschnitte zerlegt, so sieht man, dass der Stiel sich nicht in das Innere des Plasmaballens fortsetzt. Es kann also die Ausbildung des Sporangiums nicht in der Weise erfolgen, dass wie bei den Stemonitaceen das Plasma an dem in seinem Innern neugebildeten Stiele emporkriecht, sondern nur durch die Zusammenfaltung der ballonartigen, die Plasmakugel zunächst umgebenden Membran, und zwar muss die Zusammenschnürung natürlich an der Uebergangsstelle der Kugel in den Stiel erfolgen.

Für die Beschaffenheit der Membran des Stiels und der Plasmakugel ergiebt sich daraus zweierlei. Einmal muss sie an der Spitze des Sporangiums beständig erweitert werden; sie ist also dort am jüngsten und dünnsten. In der That zerplatzt die Kugel, wenn man sie drückt, immer an der Stelle zuerst, die der Einfaltung gegenüber liegt. Zweitens lässt sich nicht erwarten, dass die Stielwandung eine glatte Haut ist; sie wird vielmehr auf dem Querschnitt wie eine krause, vielfach gefaltete, in sich zurücklaufende Linie aussehen. Sie wird ein ähnliches Bild geben, wie ein Querschnitt durch den Stoff eines zusammengefalteten Regenschirms, der ja auch durch das Zusammenfalten aus einer an die Halbkugel erinnernden Gestalt zu einem Strang zusammengedrängt ist. Die Figuren 6 und 11 geben ein Bild der Stielwand wieder. Wie man sieht, ist sie in eigenthümlicher Weise zusammengefaltet und gekräuselt.

Betrachtet man nun den Stiel eines Exemplars, dessen dunkle Farbe durch Chromsäure zerstört ist, bei stärkerer Vergrösserung — am besten nach Aufhellung in Xylol — so sieht man, dass in der Stielwandung eine grosse Anzahl dunkelgrauer Linien vorhanden ist.

Sie beginnen, wie Fig. 5 zeigt, schon am Grunde und gehen auch auf die Wandung der Plasmakugel über, wo sie in ähnlicher Weise verlaufen, wie später die Spangen des fertigen Sporenkörbchens, nur dass sie schon am Aequator des Kügelchens aufhören. Allerdings verwischen sich im Stiel oft die Grenzen der dunkeln Linien, weil sie bei der Zusammenstellung eng zusammengedrängt werden; als Linien zwischen ihnen treten dafür die scharfen Conturen der Membranfalten hervor. An der Einschnürungsstelle sieht man deutlich, wie die grauen Linien sich verbinden und zwischen ihnen die scharfen Faltungslinien erscheinen.

Auf einem Querschnitt durch den Stiel oder die Plasmakugel erkennt man, dass die beiden dunkleren Linien zwischen den Falten aus der Ansammlung zahlloser kleiner runder Körnchen entstanden sind. Auf der unteren Halbkugel des Plasmaballens werden die Linien dünner und die einzelnen Körnchen spärlicher. Während die Haut der Kugel unten eingeschnürt und oben neu ausgedehnt wird, baut das Plasma die Linien weiter, indem auf der Innenseite der Haut (vergl. Fig. 10) immer neue Körnchen auf die schon vorhandenen gelegt und in der Fortsetzung der Linie neue auf die Haut geklebt werden. Diese Körnchen sind nichts weiter, wie sich leicht nachweisen lässt, als die im Plasmodium vorhandenen dunkeln Granula, die DE BARY schon gesehen hat. Man braucht nur ein frisches Exemplar zu zerdrücken, um zu sehen, dass sich auf der Membran die dunkeln Körnchen zu den Linien zu ordnen beginnen. Im Stiel sind diese Reihen zu ziemlich dicken (Fig 6), im Querschnitt gewöhnlich dreieckigen Leisten geworden. Man kann aber immer noch erkennen, dass sie aus den Körnchen zusammengeleimt sind.

Wenn der Stiel seiner Vollendung entgegen geht, werden keine Leisten mehr angelegt. Es finden sich zwar noch Körnchen auf der Innenseite der zarten Membran, wie überhaupt im ganzen Verlaufe des Stiels auch zwischen den Leisten hier und da Granula angeklebt werden, aber diese sind wohl nur zufällig haften geblieben. Die Membran sieht in Folge dessen viel zarter aus als sonst (vergl. den Querschnitt Fig. 11), sie ist bei der Einschnürung viel tiefer und unregelmässiger gefaltet und oft ein paar Mal gedreht. Wenn die Einschnürung vollendet ist, biegt sich der Stiel hier unter der Last der Plasmakugel und bildet so die zierliche Aufhängung. Auf der Innenseite der Kugelmembran sind aber inzwischen die Körnchen auf's Neue zu Reihen zusammengetreten, die regelmässiger sind als sonst. Sie betheiligen sich hier in eigenthümlicher Weise an der Bildung der Spangen des Sporenkörbchens.

Ich will diese Körnchen, die bei der Entwickelung der Sporangien eine so merkwürdige Rolle spielen, Dictydinkörnchen nennen (*τὸ δίκτυον* das Netz), da sie bei der Bildung des Netzes der Cribrarien und

Dictydien betheiligt sind. Sie sind übrigens nicht nur im Plasmodium vorhanden, sondern auch noch an den reifen Sporangien erkennbar. Schon CORDA (2. IV., S. 35) spricht z. B. bei *Cribraria macrocarpa* von der „färbenden kleinkörnigen Substanz der Cyathodienhaut" und bildet die Körnchen auf den Knoten der Cribrarien deutlich ab. LISTER (8, S. 136) nennt sie ausdrücklich „plasmodic granules", spricht also die Identität der Körnchen mit den Granulis des Plasmas schon aus. Auch ihr Vorkommen in den Sporen von *Dictydium* hat LISTER schon auf Tafel LVI seiner Monographie abgebildet.

## Was sind die Dictydinkörner?

Im Plasma eines lebenden Sporangiums, das man zerdrückt, fluthen sie als eine Unzahl schwarzer Körnchen hin und her. Das Plasma selbst ist in dünneren Schichten farblos, in dickeren schön blau gefärbt, unten der Stiel, soweit er schon ausgebildet ist, eigenthümlich violett und an einigen Stellen deutlich roth. Wenn man Kalilauge zusetzt, wird gerade der Stiel schön blau, aber die Plasmakugel wird missfarben, durch Salzsäure und Essigsäure wird dagegen der Stiel lebhaft roth. Durch Behandlung mit solchen Reagentien wird der dunkle Farbstoff der Dictydinkörner schnell zerstört, und sie selber werden im körnigen Plasma unsichtbar. Auch in solchen Exemplaren, die ich in Alkohol oder Glycerin aufbewahrt hatte, waren sie nach einigen Tagen nicht mehr zu finden und konnten nur künstlich durch Zusatz von Farbstoffen wieder sichtbar gemacht werden. In Glycerin und Alkohol treten aus dem Plasma Wolken eines bräunlichen Farbstoffes heraus. Von dem Alkoholextract sagt schon ZOPF (15, S 76), dass er durch Säuren in ein leuchtend mennigrothes Pigment verwandelt werde, das durch Alkalien seine Farbe wieder erhalte.

Diese Thatsachen lege ich mir so zurecht, dass im Plasma ein blauer Farbstoff vorhanden ist, der von den Dictydinkörnchen reichlich aufgenommen wird. Er erhält in diesen Körnchen, und namentlich sobald sie vom Plasma zum Zweck der oben beschriebenen Spangenbildung abgeschieden werden, eine röthliche Färbung. Im Plasma wird der Farbstoff leicht zerstört, in den Körnchen und in der Membran, die ihn auch aufnimmt, ist er haltbarer. Durch Säuren wird er immer roth, durch Alkalien entweder violett oder rein blau. Das von den Dictydinkörnchen schon längere Zeit aufgenommene Pigment wird durch Alkalien nicht wieder blau, sondern höchstens bläulich-violett. Auch alte trockene Sporangien zeigen noch ähnliche Färbungen. Wenn man den Stiel eines Jahre lang aufbewahrten Sporangiums in Kalilauge quellen lässt, werden die Körnchenstreifen roth, die dazwischen liegende ausserordentlich quellbare Membran

blauviolett; durch Säuren geht die Färbung sogleich in Roth über und verschwindet nach einiger Zeit. Manchmal erhält man sogar einen schönen blauen Farbenton in der wolkig aufquellenden Membran; darin verlaufen dann die Körnchenreihen als röthliche Linien.

Ebenso wie die Dictydinkörnchen aus dem Plasma Farbstoffe an sich ziehen, nehmen sie nach der Entfernung dieses leicht zerstörbaren Pigments durch die Fixirungsmittel jeden anderen Farbstoff, namentlich alle sogenannten Kernfarbstoffe, mit Begierde auf. Als ich die ersten unreifen Sporangien gesammelt und eingebettet hatte, um die Kerne zu färben, machte ich die Erfahrung, dass die Kernfärbung hier nicht so leicht war wie bei anderen Myxomyceten. Nach der Alkohol-Sublimatfixirung färbten sich immer nur die Dictydinkörnchen deutlich, die Kerne waren nicht zu sehen. Ebenso nahmen sie Fuchsin, Safranin, Gentianaviolett und Rutheniumroth auf. Wenn man Fuchsin und Jodgrün gleichzeitig zusetzt, wird das Plasma roth und die Körnchen grün.

Gelingt es, die Kerne gleichzeitig zu färben, so werden bei der Anwendung von Safranin-Gentianaviolett die Dictydinkörner roth, das Chromatin der Kerne blau. Die Körner verhalten sich also genau so wie sonst die Nucleolen der ruhenden Myxomycetenkerne. Nach den überzeugenden Ausführungen ALFRED FISCHER's (5, bes. S. 110) ist es wohl überflüssig, noch hinzuzusetzen, dass all diese Färbungen nur für das physikalische Adsorptionsvermögen der Körnchen, nicht für ihre chemische Beschaffenheit sprechen.

Immerhin war zunächst für mich der Gedanke nicht abzuweisen, dass in den Körnchen Eiweissverbindungen enthalten seien, wenn auch ihre Thätigkeit bei der Membranbildung nicht dafür spricht. Mit dem MILLON'schen Reagens geben sie aber gar keine Färbung, während die ringsum liegenden Plasmareste ziegelroth werden. Mit Jod werden sie allerdings schwach gelb, aber offenbar nur, weil sie von der Jodlösung durchtränkt werden. Das Plasma etwa in der Nachbarschaft liegender Sporen zeigt einen ganz anderen bräunlichen Farbenton.

Um Eiweissverbindungen handelt es sich also jedenfalls nicht: das Verhalten gegen Farbstoffe erweist sich hier überhaupt als ungeeignet, einen Aufschluss über die chemische Natur der Dictydinkörnchen zu geben. Es bleibt noch ein zweiter Weg übrig, die Prüfung der Wirksamkeit von chemisch verändernden oder lösenden Reagentien. Aber auch da zeigen sie eine merkwürdige Resistenz.

Kalilauge bringt diejenigen des Plasmas zunächst zur Quellung, selbst concentrirte löst sie aber nicht. Wenn man Schnitte durch die Plasmakugel eines halb erwachsenen Sporangiums, deren Körnchen vorher mit Safranin behandelt sind, mit Kalilauge behandelt, löst sich nach einiger Zeit die dünne Plasmaschicht völlig auf; die

Körnchen aber werden nur heller und bleiben deutlich liegen, da die Safraninfärbung in der Kalilauge nur langsam ausbleicht. Ebenso verschwinden die aus den Körnchen gebildeten Spangen erst nach längerem Liegen, während die Haut, auf der sie angereiht sind, sehr schnell vergeht. Beim Beginn der Einwirkung der Lauge quellen die Spangen stark auf und die Körnchen werden heller und deutlicher. Die dunkeln Körnchenreihen alter Stiele bleiben auch nach längerem Liegen und Kochen in Kalilauge noch deutlich erhalten und erscheinen höchstens etwas mehr aufgequollen als vorher.

Auch starke Säuren vermögen ihnen nichts anzuhaben. Man kann reife Sporangien Tage hindurch in concentrirter Schwefelsäure liegen lassen, die Körnchenreihen im Stiel bleiben in der alten Anordnung liegen. Die kleineren Körnchen auf den Spangen werden heller und verschwinden schliesslich, weil die Membran, auf der sie sitzen, sich auflöst.

Ueber die chemische Beschaffenheit kann man aus diesen Versuchen wenig entnehmen. Ich halte es nicht für ausgeschlossen, dass es sich trotz des Fehlens der charakteristischen Reactionen um eine der Cellulose verwandte Substanz handelt. In Wurzeln und im Rindengewebe finden sich bisweilen Zellwände, deren Cellulose so modificirt ist, dass sie gegen starke Säuren und Alkalien eine erstaunliche Widerstandskraft zeigt.

Bei den Untersuchungen über die Körnchen hatte ich zugleich Gelegenheit, die Reactionen der Membran kennen zu lernen, die vom Plasma abgeschieden und zum Stiel zusammengefaltet wird.

Schon WIGAND und DE BARY haben gefunden, dass namentlich die jungen Membranen von Trichien und Stemoniteen leicht eine Cellulosereaction geben. Bei alten Exemplaren von *Stemonitis fusca* (Nr. 6, S. 292) giebt der farblose Hypothallus mit Jod und Schwefelsäure sogleich eine schöne Blaufärbung. Bei *Dictydium* und *Cribraria* habe ich eine solche Reaction niemals erhalten können, auch dann nicht, wenn die Membranen längere Zeit mit Alkali behandelt waren.

Die Spangen sowohl wie die Stielhaut quellen mächtig auf, wenn sie mit Alkalien und starken Säuren behandelt werden. Wenn sie längere Zeit darin liegen bleiben oder stark erhitzt werden, verschwinden sie schliesslich gänzlich. Dabei zeigt die Stielhaut immer eine grössere Resistenz als die Membran der Spangen. Farbreactionen irgend einer Art sind bei ihr aber nicht zu erhalten.

Wie die Dictydinkörnchen aus dem Plasma abgeschieden werden, weiss ich nicht. Das vegetative Plasmodium lässt sich, wie schon oben gesagt, ausserhalb des Holzes nicht beobachten. Die herauskommenden Tropfen enthalten Körnchen sehr verschiedener Grösse, die zwischen unmessbarer Kleinheit und etwa 3 $\mu$ schwankt. Die

grössten Körner gelangen zuerst bei der Leistenbildung im Stiel zur Verwendung, die kleinsten, meist 1 $\mu$ grossen bleiben bis zur Sporenbildung übrig und werden den Sporen einverleibt. Sie sind dort in wechselnder Zahl vorhanden, bisweilen kann man zwölf zählen, bisweilen sieht man in einer ganzen Anzahl keine oder ganz wenige. Auch hier hat man den Eindruck, so weit die Kleinheit der Sporen überhaupt eine sichere Deutung gestattet, als ob die Körnchen der Membran angeklebt wären (Fig. 13).

Ob sie von den Schwärmern, die aus den Sporen austreten, mitgenommen werden, oder an der Haut haften bleiben, kann ich wiederum nicht sagen. Bisher hat Niemand die Keimung der Sporen einer Cribrariacee beobachtet, und mir ist es ebenso wenig gelungen. Es giebt bestimmte Gründe, auf die ich in einer späteren Mittheilung eingehen werde, dass die Sporen ihre Keimungsfähigkeit nicht sehr lange behalten. Aber einige Vorversuche, die ich in diesem Herbst mit frischen Sporen gemacht habe, sind ebenfalls ergebnisslos gewesen; ich verschiebe deshalb weitere Versuche auf den nächsten Sommer.

Mir erscheint die Ansicht als die wahrscheinlichste, dass wir in den Körnchen Nebenproducte des Stoffwechsels vor uns haben, die aber bei manchen Arten der Gruppe, vor allem bei *Dictydium*, eine wichtige Verwendung gefunden haben. Bei den Organismen, von denen die Myxomyceten wahrscheinlich herzuleiten sind, bei den Rhizopoden, sind ähnliche Inhaltskörper des Plasmas, die zum Stoffwechsel in Beziehung stehen, mehrfach bekannt. Es sei z. B. an die Glanzkörper von *Pelomyxa palustris* erinnert. STOLC (Nr. 13) hat vor Kurzem gezeigt, dass in ihnen bei reichlicher Ernährung Glycogen gespeichert wird, während ihre Membran aus einem in Säuren schwer lösbaren, nur in Kalilauge verschwindenden Stoffe besteht. Bei den Pflanzen haben namentlich die Cellulinkörner der Saprolegnien mit den Dictydinkörnern eine gewisse Aehnlichkeit, auch was das Verhalten gegen Säuren und Alkalien betrifft. Nach den Angaben von PRINGSHEIM (Nr. 11) unterscheiden sie sich indessen wesentlich dadurch, dass sie Farbstoffe fast gar nicht speichern. Ob dieser Unterschied so wesentlich in's Gewicht fällt, ist nach den Bedenken, die ALFRED FISCHER und VAN WISSELINGH (Nr. 14, S. 222) gegen die Färbungsreactionen vorgebracht haben, wohl zu bezweifeln.

---

Bei einem reifen Sporangium von *Dictydium* sind die Körnchen der Innenseite der Spangen angeklebt. Sie bilden dort aber nur eine innere Schicht, während die Spangen selbst aus der ausgefalteten, verdickten Membran bestehen.

Die Bildung der Spangen verläuft eigenthümlich. Man sieht die Membran der Plasmakugel, die sich zur Sporenbildung anschicken

will, an den Meridianlinien, wo die Spangen entstehen sollen, sich nach aussen ausbauchen. Dichteres, an Dictydinkörnern reiches Plasma scheint an der Faltung und Verdickung der Membran an diesen Stellen betheiligt zu sein. Wenn man einen Querschnitt durch eine eben fertige Spange anfertigt, so hat man das in Fig. 9 wiedergegebene Bild. Der Membran, die gegenüber der hier noch sichtbaren ursprünglichen Plasmahaut auffallend verdickt ist, liegt innen eine stark färbbare Masse, anscheinend Plasma, an. Der durch die Faltung entstandene und deutlich sichtbare Hohlraum ist innen noch durch eine zarte Membran, an der Dictydinkörner kleben, abgeschlossen. Die Spangen sind also ursprünglich hohl, wenn auch auf Querschnitten durch ältere das Bild der Höhlung nicht immer mit Klarheit hervortritt. Die zarten Querleisten zwischen den Spangen (vgl. Fig. 1) sind nur Verdickungen der Plasmahaut und in der Regel nicht mit Dictydinkörnern besetzt.

Ueber die Bedeutung der Spangen für die Ausstreuung der Sporen macht schon LISTER (Nr. 8, S. 149) eine Bemerkung: „Die Rippen des Sporangiums sind bei der Reife oben nach innen gebogen und zerbrechen den eingeschlossenen Sporenball durch senkrechten Druck.“ Ich habe den Vorgang ebenfalls beobachtet. Unter den von mir conservirten Exemplaren befinden sich zahlreiche, die soweit reif sind, dass die Spangen auf der Sporangienwand gerade angelegt sind. Bei ihnen ist ausnahmslos die zarte Membran (Fig. 14) noch erhalten, die später aufgelöst wird, aber der „Nabel“ an der Spitze fehlt entweder noch gänzlich oder ist ganz seicht angedeutet.

Wenn ich nun ein solches Exemplar aus der Conservirungsflüssigkeit in's Wasser bringe und dann das Wasser langsam verdunsten lasse, so beginnt ein eigenthümliches Schauspiel. Die Wassermenge im Innern der Kugel wird kleiner und kleiner; das Wasser aber haftet an der Haut und zieht sie nach innen zusammen. Dabei wird die Nabelstelle, an der die Spangen oben zusammenstossen, gewöhnlich am stärksten nach innen gezogen und der Nabel ausserordentlich vertieft. Die Spangen selbst suchen sich dabei stärker zu krümmen, wirken also in der Aequatorgegend der Kugel dem nach innen gerichteten Zug des Wassers entgegen. Man sieht an der Seite deutlich, wie die Membran nach innen eingefaltet wird und die Spangen äusserlich als Rippen hervortreten. Wenn das Wasser verdunstet ist, schnellen die Spangen aber nicht wieder zurück, sondern behalten die Verbiegungen ungefähr bei, die sie erfahren haben. Bemerkenswerth ist aber, dass bei manchen Exemplaren die Krümmungen auch einen anderen Verlauf nehmen können. Es scheint dann — in Folge der Lagerung des Sporenballs — zunächst die Aequatorgegend der Kugel nach innen gezogen zu werden, während die Spangenenden des oberen Pols verhindert werden, sich

nach innen einzufalten. Mit der fortschreitenden Zusammendrängung werden sie schliesslich nach aussen gebogen und bilden an der trockenen Kugel nicht einen Nabel, sondern eine zierlich aufgesetzte Spitze. Die Membran, auf der die Spangen angelegt sind, ist so zart, dass sie bei der Einfaltung häufig zerreisst und nach der Austrocknung in Fetzen abfällt.

Der Sporenball lässt in der Kugel oft einen mit Saft gefüllten Hohlraum frei. Der Saft wird sich im Allgemeinen, da das Sporangium fast immer nach unten überhängt, über dem Sporenball, also am Einschnürungspole sammeln. Bei der Verdunstung des Wassers werden sich hier die Spangen enger zusammendrängen können, während sie unten sich schliesslich der Sporenkugel anschmiegen. Nach der Austrocknung werden dadurch derartige Krümmungen der Spangen zu Stande kommen, dass man das Bild einer Birne erhält. Solche Formen des Sporenkörbchens sind in der That sehr häufig zu beobachten und z. B. von CORDA in den „Icones“ als typisch für *Dictydium* abgebildet.

Es ist wohl die Cohäsion des Wassers, welche die Krümmungen hervorruft. Der äussere Luftdruck, der bei der Annahme der Entstehung luftleerer Räume im Innern der Kugel auch in Frage kommen könnte, kann deshalb nicht die Ursache sein, weil die Entstehung und die Vertiefung des Nabels sich auch bei einem Sporangium beobachten lässt, das der Membran vollständig beraubt ist. Bei wiederholter Verdunstung des Wassers werden die Spangen reifer und entleerten Körbchen immer weiter nach innen gezogen und das Sporangium schliesslich ganz deformirt. Dass die Spangen sich activ bei der Verdunstung krümmen, etwa in Folge ihrer hygroskopischen Beschaffenheit, habe ich niemals sehen können. Wenn man sie einzeln aus einem jungen oder älteren Körbchen abbricht und austrocknen lässt, behalten sie bei der Austrocknung ihre alte Form bei.

Früher sagte ich schon, dass die Körnchen auch während der Einfaltung des Stiels an die Membran geklebt werden und die Innenseite eines reifen Stiels, zu Reihen angeordnet, erfüllen. Es kommen hier zunächst die grössten Körnchen zur Verwendung; bei *Cribraria aurantiaca* finden sich mitunter solche, die 6 $\mu$ gross sind und oft nicht mehr eine runde, sondern eine langgestreckte oder polygonale Gestalt mit abgerundeten Ecken haben.

Eigenartig ist das Bild, das man bei einem Schnitt durch die Aequatorgegend einer Plasmakugel erhält. Hier beginnt, wie Fig. 5 zeigt, die erste Ansammlung der Dictydinkörnchen zu den Reihen. Fig. 10 stellt den Rand eines solchen Querschnittes dar. Immer sind in den peripherischen Theilen eines Querschnittes die Körnchen zahl-

reicher als im Innern. Sie sind hier in dichten Scharen versammelt und gerade im Begriff, sich auf die Membran, die in Folge der Präparation vom Plasma etwas abgelöst ist, festzusetzen. Die Kerne, die in zahlloser Menge über das Plasma vertheilt sind, halten sich dem Anschein nach während des Zusammenströmens der Körnchen etwas ferner. Nur höchst selten findet man einige, die in die Haufen der Körnchen hineingerathen sind.

Bei einem Schnitt durch einen schon gefalteten Stiel (vgl. Fig. 6) sieht man, dass die durch den geschilderten Vorgang entstandenen Leisten einen dreieckigen Querschnitt haben. Auch in älteren Stielen nehmen die Körnchen noch mit grosser Begier Farbstoffe auf. Die Substanz, mit der sie verklebt sind, sind Plasmareste, wie man an der Färbung jugendlicher Leisten deutlich erkennt.

Was hat nun die Anlage dieser Körnchenleisten für eine Bedeutung?

Es liegt nahe, zunächst an eine mechanische Function zu denken. Gewiss dienen sie auch zur Verstärkung der Biegungsfestigkeit des Stengels. Wenn man sich den Bogen des in Fig. 6 dargestellten Querschnitts zu einem Kreise ergänzt denkt, so bilden die Leisten ein ähnliches System von Trägern, wie die Bastrippen auf dem Querschnitt eines Monokotylenstengels Oben an der Aufhängungsstelle fehlen die Leisten (Fig. 11) in der Membran; hier wird auch der Stiel unter der Last der daranhängenden Plasmakugel umgeknickt.

Es scheint den Leisten aber noch eine andere Bedeutung zuzukommen. Sie spielen bei der Einfaltung der Membran eine Rolle.

In Fig. 7 ist ein Querschnitt durch die Einfaltungsgegend eines in der Bildung begriffenen Sporangiums dargestellt, in Fig. 8 ein Schnitt durch dasselbe Sporangium, der aber etwas tiefer liegt. Man sieht auf der linken Hälfte des oberen Schnitts die Leisten regelmässig vertheilt; es sind diejenigen, die vom Stiel aus sich über den Rücken der Plasmakugel fortsetzen. Die Plasmakugel des durchschnittenen Sporangiums hat nach rechts hin übergehangen, auf dieser Seite können, was sich aus dem Vergleich mit Fig. 5 ergiebt, keine Leisten mehr getroffen sein. Der untere Schnitt dagegen (Fig. 8) hat in der Mitte gerade noch einige Körnchenleisten in der „Gurgel" des überhängenden Köpfchens gestreift. Bei ihm sind schon, wenn auch ganz schräg, die Leisten auf der rechten Seite getroffen. Links aber sind die Leisten, die genau denen in Fig 8 entsprechen müssen, weit enger zusammengedrängt; hier hat die Stielbildung begonnen.

Sieht man nun genau zu, so erkennt man, dass die Zusammendrängung der Leisten dadurch erfolgt ist, dass die zarte Membran

zwischen ihnen sich gekräuselt und gefaltet hat. Bei einem Schnitte, der noch tiefer geführt ist, würde man etwa ein Bild, wie es Fig. 6 wiedergiebt, erhalten. Die Leisten sind dann vollständig an oder über einander geschoben.

Natürlich kann die Ursache dieses Vorgangs nicht in der Cohäsion des Wassers, überhaupt nicht in rein physikalischen Kräften gesucht werden. Die Zusammenhaltung wird vielmehr vom lebenden Plasma bewirkt.

Ich will hier nicht darauf eingehen, wie der Process im Einzelnen verläuft. Die dabei vorkommenden Bewegungen und Contractionen des Plasmas sind sicher sehr verwickelter Art. Es ist auch schwer, sich ein Bild von den auf einander folgenden Erscheinungen zu machen, weil man bei der Undurchsichtigkeit des Plasmodiums nur einzelne getödtete und aufgehellte Partien untersuchen kann. Ich behalte mir eine ausführliche Darstellung der hier auftretenden merkwürdigen Strang- und Knotenbildungen, die ich gleich erwähnen werde, für später vor und will nur auf eines aufmerksam machen.

Schon früher wurde einmal die Einfaltung der Plasmamembran zum Stiel mit der Einfaltung des Stoffes eines Regenschirms verglichen. Die Zusammenlegung des Stoffes wird dort in der Weise geregelt, dass in bestimmten Abständen stehende Metallspangen zusammengezogen werden. Jedenfalls bedarf auch bei *Dictydium* die Einfaltung einer Regulirung. Störungen in der Faltung werden Krümmungen zur Folge haben. Dadurch wird die Aufgabe des Stiels, die in der Emporhebung des Sporenkörbchens in die Luft besteht, gehindert. An der regelmässigen Vertheilung der Faltung über die ganze Membran sind augenscheinlich die Körnchenleisten betheiligt. Der Vorgang verläuft bei dem grössten Theil aller Exemplare, die man untersucht, so regelmässig, dass Querschnitte durch den Stiel annähernd einen Kreis geben. Es kommen aber auch gestörte Einfaltungen und damit im Zusammenhang stehende Krümmungen vor. Auch Torsionen, bald rechts, bald links verlaufend, sind zu beobachten; sie sind aber immer sehr gering. An der Spitze des Stiels dagegen, an der Aufhängungsstelle, geht die Einfaltung ohne Leisten vor sich. Sie verläuft dann (vgl. den Querschnitt in Fig. 11) ganz unregelmässig und führt auf kurzen Strecken (vgl. Fig. 14) zu mehrmaligen Torsionen. Auch das spricht für die Bedeutung der Leisten als Regulatoren der Faltung.

Man kann sich auch ungefähr eine Vorstellung davon machen, wie das Plasma die Haut zusammenzieht. Es treten nämlich in seinem Innern eigenthümliche Knoten und Stränge dichteren, stark färbbaren Protoplasmas auf, die mit der Contraction im Zusammenhang stehen. Sie finden sich in der Einfaltungsgegend aller Sporangien wieder, die man durchschneidet. Der Knoten, der Mittelpunkt der

Strangbildung, liegt gewöhnlich über der „Gurgel“ und entsendet von hier aus (wie Fig. 7 zeigt) Stränge, die aber sehr deutlich nur nach der Stielseite, also der Rückseite des Köpfchens, hervorzutreten pflegen. Sie verlaufen immer schräg nach oben. In der Fig. 7 sind deshalb diejenigen, die in der Ebene des Schnittes vom Knoten abgehen, weggeschnitten, dafür kommen aber in einiger Entfernung nach dem Rande hin neue zum Vorschein. Ihr Ende am Rande ist ebenfalls wieder weggeschnitten.

Wenn man nun solche Stränge so weit wie möglich verfolgt, so sieht man mehr oder minder klar, dass sie immer zu denjenigen Stellen der Membran hinführen, an denen keine Körnchen sitzen, die also zur Faltung bestimmt sind. In ihrer Fortsetzung erscheint das Plasma dünn, von der Membran zieht es sich bei der Präparation stärker zurück als dasjenige, das mit den Körnchen in Verbindung steht. Zu den Leisten aber ziehen immer breite Bänder von Plasma, das die gewöhnliche Dichte und Färbbarkeit besitzt.

Die Stränge sind das Zeichen einer Contraction; ihr Mittelpunkt ist der Knoten. Dabei wird dafür gesorgt, dass das Plasma mit den Körnchenleisten länger in Verbindung bleibt, damit die Falten regelmässig zwischen ihnen entstehen. So sind wohl die Plasmaschichten, die zu den Körnchen führen, zu deuten.

Da die Einfaltung langsam nach oben fortschreitet, müsste der Strangknoten ebenfalls aufwärts steigen, um seine Thätigkeit fortzusetzen. Das scheint aber nicht zu geschehen. Statt dessen sieht man über ihm häufig die Anlage eines neuen Knotens, der zunächst noch klein bleibt, aber deutlich seine Stränge auszusenden beginnt, wenn er in die Nähe der Einschnürungsgegend gerathen ist.

---

Die Kerne von *Dictydium* wurden schon gelegentlich erwähnt. Sie sind ausserordentlich klein, der Durchmesser ist nur wenig über 2 $\mu$ lang. Im Innern erkennt man wirre Fäden von Chromatin, der Nucleolus ist oft deutlich sichtbar. Nach der Fixirung mit alkoholischer Sublimatlösung, die sich sonst für Myxomyceten wohl empfiehlt, gelang es mir mit keinem Farbstoff, sie sichtbar zu machen. Auch bei sorgfältiger Differenzirung behielten nur die Dictydinkörnchen den Farbstoff, das ganze übrige Plasma zeigte ohne Unterschied einen gleichen helleren Farbenton. Erst nach der Anwendung der Flemming'schen Fixirungsflüssigkeit glückte mir eine deutliche Kernfärbung, sowohl mit Hämatoxylin wie besonders mit Safranin und Gentianaviolett. Wenn man die Schnitte mit Safranin beliebig lange gefärbt und mit Salzsäure-Alkohol differenzirt hat, genügt ein kurzes Eintauchen in Gentianaviolett, um eine Kernfärbung zu erzielen.

Kerntheilungen, besonders die vor der Sporenbildung stattfindende Karyokinese, die bei allen bis jetzt untersuchten Myxomyceten auf-

gefunden ist, habe ich nicht beobachten können. Ich habe viel Zeit darauf verwandt, solche Sporangien, die mir gerade im Kerntheilungsstadium zu sein schienen, in Schnitte zu zerlegen und zu färben. In allen fanden sich nur ruhende Kerne. Für oder gegen das Vorhandensein der Kerntheilung in der Sporenbildung lässt sich daraus nichts folgern. Wahrscheinlich habe ich gerade dies schnell vorübergehende Stadium zufällig nicht fixirt.

In neu gebildeten Sporen sind die Kerne besonders leicht zu färben. Sie liegen in der Mitte, um sie herum die für die Spore bestimmten Dictydinkörner (vergl. Fig 12). Auch in reifen Sporen eines nicht zu alten Sporangiums ist der Kern noch ungefärbt (Fig. 13) als Bläschen im körnigen Plasma zu erkennen. In älteren Sporen, die schon ein Jahr liegen, habe ich ihn nicht sehen können.

---

Es sei zum Schluss noch einmal auf alle Kennzeichen hingewiesen, durch die sich *Dictydium* (und ebenso *Cribraria*) von anderen Familien der Schleimpilze unterscheidet.

Das Plasmodium besitzt Farbstoffe (bei *Dictydium* einen bläulichen, bei *Cribraria* grünliche und schwärzliche), die sonst nirgends vorkommen.

In ihm finden sich Inhaltskörper, die Dictydinkörner, die chemisch durch ihre auffallende Resistenz gegen Säuren und Alkalien charakterisirt sind. Sie sind bei keiner anderen Gruppe bekannt.

Die Sporen keimen nicht. Schwärmer und Myxamöben sind hier noch nicht beobachtet.

Die Membran giebt niemals Cellulosereaction, die bei Physareen, Stemoniteen und Trichien leicht zu erhalten ist.

Die Bildung der Sporangien erfolgt nicht durch Hinaufkriechen an einem Stiel, sondern durch Einschnürung der äusseren Membran. Hierbei finden Leisten, die aus den Dictydinkörnern aufgebaut werden, in merkwürdiger Weise Verwendung. Die Einschnürung wird vom Plasma aus durch Knoten und Stränge regulirt.

Zweifellos bilden die Cribrariaceen also unter den Myxomyceten eine eigenthümliche Gruppe, die in gewisser Weise allen anderen Familien gegenüber gestellt werden kann. In der Systematik müsste dieser Gedanke deutlicher als bisher zum Ausdruck kommen, wenn auch LISTER schon in seiner trefflichen Monographie darauf hingewiesen hat, dass für die Zugehörigkeit zur Familie der Cribrariaceen der Besitz von Dictydinkörnern entscheidend ist und nicht der Mangel des Capillitiums. Solche Formen wie *Tubulina* und *Licea*, die auch kein Capillitium haben, sind wahrscheinlich weder der Entwickelung, noch den fertigen Zuständen nach mit den Cribrariaceen verwandt. Und ebenso halte ich eine Beziehung zu den Trichien und Arcyrien,

mit denen sie die hellen Sporen gemeinsam haben, für zweifelhaft. Nur aus entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen ist ein Aufschluss über ihre Verwandtschaft zu erwarten.

Berlin, Botanisches Institut der Universität.

## Verzeichniss der benutzten Schriften.

1. A. de Bary. Die Mycetozoen (Schleimpilze). Zweite umgearbeitete Auflage. Leipzig 1864.
2. Corda. Icones fungorum hucusque cognitorum. Prag. 1837 bis 1842.
3. Ehrenberg. Sylvae mycologicae Berolinenses. Berlin 1818.
4. Engler-Prantl. Die natürlichen Pflanzenfamilien. Th. I, 1.
5. Alfred Fischer. Fixirung, Färbung und Bau des Protoplasmas. Jena 1899.
6. E. Jahn. Zur Kenntniss des Schleimpilzes Comatricha obtusata Preuss. Festschrift für Schwendener. Berlin 1899.
7. Chr. Lippert. Ein Beitrag zur Biologie der Myxomyceten. Verhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft zu Wien. 1896. S. 235.
8. Arthur Lister. A monograph of the Mycetozoa. London 1894.
9. Arthur Lister. Mycetozoa of Antigua and Dominica. Journal of botany. XXXVI. 1898.
10. Thomas H. Macbride. The North American slimemoulds. New-York and London. 1899.
11. N. Pringsheim. Ueber Cellulinkörner, eine Modification der Cellulose in Körnerform. Ber. der Deutschen bot. Gesellschaft. Bd. I, 1883.
12. H. A. Schrader. Nova genera plantarum. Leipzig 1797.
13. A. Stolc. Beobachtungen und Versuche über die Verdauung und Bildung der Kohlenhydrate bei einem amöbenartigen Organismus, Pelomyxa palustris Greeff. Zeitschr. für wissensch. Zoologie. Bd. 68, S. 625, 1900.
14. C. van Wisselingh. Ueber den Nucleolus von Spirogyra. Bot. Zeitung. 1898. S. 221.
15. W. Zopf. Die Pilzthiere oder Schleimpilze. Breslau 1887.

**Erklärung der Abbildungen.**

Fig. 1. *Dictydium umbilicatum.* Normale Form des Sporangiums. (var. *cancellatum* Macbride). Vergr. 35 : 1.
„ 2. *D. umbilicatum* var. *fuscum* Lister. Vergr. 35 : 1.
„ 3. *D. umbilicatum* var. *anomalum.* Vergr. 35 : 1.
„ 4. *D. umbilicatum* var. *fuscum* List. in der Form *D. venosum* Schrader. Vergr. 35 : 1.
„ 5. Entwickelungsstadium von *D. umbilicatum* var. *cancellatum.* Die Bildung des Stiels hat begonnen. Vergr. 40 : 1.
„ 6. Theile eines Querschnitts durch die Stielwand eines reifen Exemplars. Vergr. 380 : 1.
„ 7. Querschnitt durch die Einschnürungsstelle eines in der Entwickelung begriffenen Exemplars (etwa im Stadium der Fig. 5). Vergr. 100 : 1.
„ 8. Ein eben solcher Querschnitt, ein wenig tiefer geführt. Vergr. 100 : 1.
„ 9. Schnitte durch zwei eben angelegte Spangen eines jungen Sporenkörbchens. Die Membran ist noch erhalten. Vergr. 1000 : 1.
„ 10. Theil eines Schnittes durch die Plasmakugel eines Exemplars, dessen Stadium dem in Fig. 5 dargestellten entspricht. Die Körnchen sammeln sich an der Membran zur Spangenbildung. Vergr. 1000 : 1.
„ 11. Querschnitt durch den reifen Stiel an der farblosen Stelle in der Aufhängungsgegend. Vergr. 360 : 1.
„ 12. Zwei Sporen unmittelbar vor der Reife. Vergr. 1500 : 1.
„ 13. Reife Spore. Vergr. 1500 : 1.

## 14. Paul Sorauer: Intumescenzen an Blüthen.

Mit einem Holzschnitt.

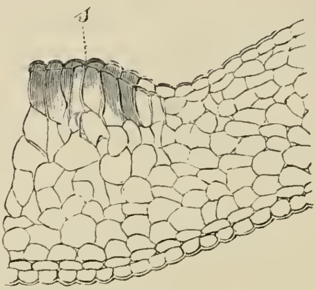
Eingegangen am 22. Februar 1901.

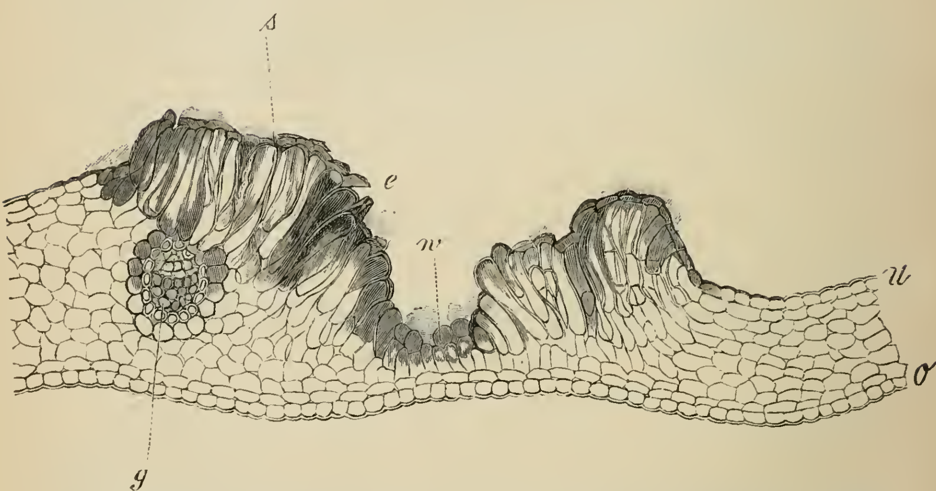
Im XVII. Bande dieser Berichte, S. 456, gedachte ich einiger Fälle von Intumescenzen an Blättern und Zweigen; die jetzige Notiz stellt den ersten mir bekannt gewordenen Fall des Auftretens derartiger Zellstreckungen an Blüthenorganen dar.

Am 11. Februar d. J. erhielt ich aus einer der bekanntesten Orchideen-Gärtnereien eine Anzahl Blätter und Blüthen von *Cymbidium Lowi* mit dem Bemerken, dass die Blumen wegen ihrer krankhaften Verfärbung nicht verkäuflich seien und dass wahrscheinlich die Ursache davon in fehlerhafter Anwendung des Schwefels zu suchen sei, der behufs Bekämpfung der auf den Blättern erschienenen schwarzen Flecke reichlich gebraucht worden war.

Die genannten Blattflecke waren tiefbraune, trocknende Stellen, die entweder als kleine Tupfen auftraten oder (durch Verschmelzung)

zusammenhängende grössere Flächen darstellten. Ihre Vertheilung war meist unregelmässig; manchmal beobachtete man eine Längshälfte des Blattes stark braunfleckig und die andere fast ganz fleckenlos. Die weiteren anatomischen Verhältnisse brauchen hier nicht dargestellt zu werden, da zwischen dem Auftreten der Blattflecke und der Intumescenzen an den Blüthenorganen ein ursächlicher Zusammenhang bis jetzt nicht erkannt worden ist.





*O* die Oberseite, *U* die Unterseite eines Perigonblattes von *Cymbidium Lowi*. *e* Epidermis. *s* jugendliche, *s'* ältere Intumescenz. *g* Gefässbündel mit gebräunten Gefässwandungen.

Abbildung von Frl. DETMANN nach der Natur gezeichnet.

Letztere machten sich an den normal grossen, sonst gut ausgebildeten Blüthen in Gestalt hell quittengelber oder gelbgrüner, geschlossener, halbkugeliger Höcker auf der Unterseite der Perigonblätter und an der Fruchtknotenoberfläche bemerkbar. Am reichlichsten fanden sie sich an den jüngeren, noch nicht entfalteten Blüthen der Spitzenregion des Blüthenstandes. Die äusseren Perigonblätter litten mehr als die inneren, die Basis derselben mehr als die

Spitze. Diese drüsenartigen kleinen Auftreibungen hatten nur in der Jugend eine glatte Oberfläche; an älteren Zuständen bemerkte man, dass sie in der Gipfelregion geplatzt waren, und sich dort unter fortschreitender Verfärbung in's Braungelbe eine trichterartige Vertiefung zeigte, die an den ältesten Exemplaren bis zur vollkommenen Durchlöcherung des Perigonzipfels fortgeschritten war.

Am Fruchtknoten und bisweilen noch am Blüthenstiel erscheinen die Intumescenzen in Form kleiner, leicht übersehbarer, meist glatter oder etwas rauher, wenig sich vertiefender Längsschwielen.

Bau und Entstehung derselben stimmen mit denen auf den Perigonzipfeln überein. Von den Intumescenzen auf letzteren erhält man durch die vorliegende Zeichnung ein charakteristisches Bild.

Man sieht hier die unterhalb der Epidermis der Unterseite eines Perigonblattes befindliche Zellschicht zu aufrecht stehenden, anfangs kuppig zusammengeneigten, keuligen Schläuchen ausgewachsen, die zunächst von der an der Streckung unbetheiligten braunwandigen, verquollenen Epidermis zusammengehalten werden. Nach Sprengung der Oberhaut weichen die nunmehr selbst derbwandig, tief braun und inhaltsarm werdenden Schläuche garbenartig aus einander. Der Vorgang der Ueberverlängerung ergreift allmählich immer tiefer liegende Zellpartien und kann sich schliesslich bis direct unter die Epidermis der Perigonoberseite fortsetzen, worauf eine Zerreissung der Oberhautzellen und damit eine wirkliche Durchlöcherung erfolgt.

Bemerkenswerth ist das Auftreten der stärksten Intumescenzen in der Nähe eines Gefässbündels, dessen Scheidenzellen an der Ueberverlängerung theilnehmen können. Es ist vielfach zu bemerken, dass derartige Ueberverlängerungen von Zellgruppen besonders gern in unmittelbarer Nähe von Gefässbündeln sich bilden.

Die ersten Anfänge der Intumescenzen liessen sich an dem Fruchtknoten besser erkennen als an den Perigonblättern. Man bemerkt zunächst, dass an einer Stelle einige Oberhautzellen eine gelbbraune verquollene Wandung bekommen und ganz unmerklich über die Ebene der Umgebung hervortreten. Unterhalb derartiger Stellen ist das Gewebe noch vollkommen farblos, aber dichter gedrängt und reichlicher mit Plasma und ölig aussehenden Tropfen erfüllt. In einigen dieser Zellen hat bereits eine radiale Streckung stattgefunden, die bis zum steilen Aufrichten und einer Querfächerung sich steigert.

Dieser Vorgang breitet sich allmählich auf die anstossenden Zellen, namentlich die dicht unterhalb der Epidermis liegenden aus. Die sich überverlängernde Schicht wird auffällig dickwandig und färbt sich kaffeebraun, während die zusammensinkende, verquellende Epidermis eine hellgelbbraune Kappe bildet. Die Verfärbung ist vom Verkorkungsprocess begleitet, und diesem ist es wahrscheinlich zuzuschreiben, dass an den noch nicht vollständig entwickelten und

daher noch in Streckung befindlichen Organen die spröde gewordenen Zellpartien zerreissen und abbröckeln. Dadurch wird die trichterförmige Vertiefung am Gipfel der Intumescenz eingeleitet.

Dass derartige Wundstellen Einfallspforten für Pilze werden können, ist nicht zu bezweifeln. Man findet auch verschiedenartige, bisweilen keimende Pilzsporen nicht selten auf dem abgestorbenen Gewebe; indess ist im vorliegenden Falle kein Eindringen von Pilzfäden (wahrscheinlich in Folge der frühzeitig eintretenden Verkorkung der Membranen) nachzuweisen gewesen. Die Unverkäuflichkeit der Blumen beruhte auch nicht in dem Auftreten der Intumescenzen, sondern in dem gleichzeitigen Vorhandensein von violettbraunen, anfangs durchscheinenden, später undurchsichtig, braun und trocken werdenden Gewebestreifen, die meist als Saumlinien an einer oder beiden Seiten der äusseren Perigonzipfel sich bemerkbar machten.

Ueber die Ursache der Bildung von Intumescenzen habe ich bereits in der früheren Mittheilung meine Ansicht ausgesprochen.

# Sitzung vom 29. März 1901.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proclamirt die Herren:

**Bubak,** Dr. **Franz,** in Prag,
**Hinze, G.,** in Kiel,
**Johannsen,** Dr. **W. J.,** in Kopenhagen,
**Maire, R.,** in Nancy,
**Mikulowski-Pomorski, J.,** in Dublany,
**Seckt,** Dr. **Hans,** in Berlin,
**Simon, Siegfried,** in Berlin,
**Voss, W.,** in Kiel.

Der Vorsitzende machte der Gesellschaft die Mittheilung, dass am 4. dieses Monats unser ordentliches Mitglied Herr Professor Dr. CARL CRAMER in Zürich sein 70. Lebensjahr vollendet hat. Da dem Vorstande hiervon erst in letzter Stunde Nachricht zugegangen war, konnte er dem hochverdienten Lehrer und Forscher nicht rechtzeitig durch eine Adresse seine Glückwünsche zum Ausdruck bringen; seine Mitglieder mussten sich darauf beschränken, dies auf telegraphischem Wege zu thun. Wir Alle wünschen dem Jubilar noch viele Jahre rüstigen Schaffens.

Morgen werden seit der Gründung der K. K. Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien 50 Jahre verflossen sein. Der Vorstand hat derselben seine Glückwünsche in einer kurzen, kalligraphisch ausgeführten Adresse übermittelt, welche dem Vorsitzenden, Herrn Professor Dr. VON WETTSTEIN, übermittelt wurde und folgenden Wortlaut hat:

Der K. K. Zoologisch-Botanischen Gesellschaft
in Wien,

welche während eines halben Jahrhunderts die Bedingungen und Erscheinungsformen des organischen Lebens in rastloser Thätigkeit erfolgreich erforscht und besonders die Kenntniss der reichen

Flora und Fauna ihrer schönen Heimath wesentlich gefördert hat, sendet zum Jubelfeste des 50jährigen Bestehens die herzlichsten Wünsche für weiteres fröhliches Gedeihen

Berlin, den 27. März 1901.

Die Deutsche Botanische Gesellschaft.

S. SCHWENDENER, z. Z. Präsident.

L. KNY, z. Z. Vorsitzender der wissenschaftl. Sitzungen.

# Mittheilungen.

## 15. F. Czapek: Der Kohlenhydrat-Stoffwechsel der Laubblätter im Winter.

Eingegangen am 1. März 190 .

Durch eine Reihe von älteren und neue en Untersuchungen ist die Thatsache festgestellt worden, dass die den Winter über in unseren Klimaten persistirenden Laubblätter im Spätherbste ihren Stärkegehalt verlieren und erst im Frühjahr neuerdings Stärkekörner in ihren Chloroplasten ausbilden. Dies wurde bereits von E. MER[1]) beobachtet (1876), für eine grössere Reihe von Pflanzenarten von E. SCHULZ[2]) sicher gestellt und neuerdings von B. LIDFORSS[3]) durch eine Reihe interessanter Beobachtungen und Betrachtungen erläutert.

LIDFORSS fand als allgemeine Regel, dass die Stärke selbst in den Schliesszellen der wintergrünen Blätter im mitteldeutschen Klima bereits im December völlig verschwunden ist. Durch Temperaturerhöhung (indem man gänzlich stärkefreie Winterblätter in ein geheiztes Zimmer bringt) ist man aber im Stande, schon in wenigen Stunden eine erhebliche Stärkebildung in den Schliesszellen hervorzurufen, und zwar auch im dunklen Raume. An den Winterblättern

1) E. MER, De la constitution et des fonctions des feuilles hivernales. Bulletin de la Soc. bot. de France. 23. Bd., S. 231—238 (1876).

2) E. SCHULZ, Ueber Reservestoffe in immergrünen Blättern. Flora 1888. S. 223 und 248.

3) B. LIDFORSS, Botan. Centralbl. 1896, Bd. 68, S. 33—44.

sind sowohl Schliesszellen, als Mesophyllzellen sehr reich an Zucker. LIDFORSS stellte auch die interessante Thatsache fest, dass die Winterblätter nach Verwundung local in den um die Wunde herum liegenden Mesophyllzellen Stärkebildung erkennen lassen. Da nach STAHL's Untersuchungen die Spaltöffnungen der Winterblätter während des ganzen Winters geschlossen sind, so vermuthet LIDFORSS, dass die von ihm entdeckte Wirkung der Verwundung auf einer Erleichterung der Sauerstoffversorgung beruhe. Neuestens hat K. MIYAKÉ[1]) auch für die japanische Winterflora die Beobachtungen von LIDFORSS bestätigen können.

LIDFORSS hob mit Recht die Analogie der winterlichen Stärkeauflösung in den wintergrünen Laubblättern mit dem Verschwinden der Stärke in Baumstämmen im Spätherbste hervor, eine Erscheinung, die von RUSSOW 1882 entdeckt und besonders von A. FISCHER[2]) näher untersucht worden ist. Auch das altbekannte Süsswerden von Kartoffelknollen bei Temperaturen nahe an 0°, welches auf Vermehrung des Saccharosegehaltes zurückzuführen ist, gehört in diese Gruppe von Erscheinungen. RUSSOW hat bereits durch exacte Versuche direct gezeigt, dass nur die niedere Temperatur die Ursache des Verschwindens der Stärke in Baumzweigen im Spätherbste ist. Andererseits wissen wir durch A. FISCHER's Untersuchungen für Baumzweige, sowie durch MÜLLER-THURGAU's[3]) Studien über das Süsswerden von Kartoffelknollen, dass bei dieser Erscheinung die Periodicität der Wachsthums- und Stoffwechselprocesse der Organe mitspielt, indem es erst von einem gewissen Altersstadium im Herbste an möglich ist, experimentell durch Abkühlung die Stärkeauflösung hervorzurufen.

Wie wir uns jedoch diese Temperatureinwirkung auf die Stärkebildung und auf den Kohlenhydrat-Stoffwechsel der persistirenden Organe überhaupt vorzustellen haben, bleibt durch alle diese Beobachtungen unerklärt. Auch die Versuche WINKLER's[4]), meines Wissens des einzigen Autors, welcher sich mit dem Einflusse niederer Temperaturen auf den Process der Stärkebildung in den Chloroplasten ausführlicher beschäftigt hat, lassen diesen Punkt im Dunklen, nachdem WINKLER feststellen konnte, dass wenigstens bei manchen Pflanzen Stärkebildung in Zuckerlösung noch bei Temperaturen nahe

1) K. MIYAKÉ, On the Starch of evergreen Leaves. Bot. Magazine, Vol. XIV, No. 158 (1900).

2) A. FISCHER, Jahrbücher für wissensch. Botanik, Bd. 22, S. 73 (1890). Daselbst die frühere Litteratur.

3) H. MÜLLER-THURGAU, Landwirthsch. Jahrb., Bd. 11, S. 751—828 (1882); Bd. 14, S. 851—912 (1885).

4) H. WINKLER, Jahrb. für wissensch. Botanik, Bd. 32, S. 525 (1898). Die betreffenden Angaben finden sich S. 529.

an 0° stattfinden kann, sich somit eine Grenze des Vorganges mit dem Einsetzen von Wintertemperaturen unter den angewendeten Bedingungen nicht erniren liess.

Irgendwie muss sich jedoch, wie aus allen den angeführten Beobachtungsthatsachen hervorgeht, die „physiologische Disposition“ der Zelle zur Stärkebildung durch die niedere Temperatur ändern.

Dahin gerichtete Versuche liessen mich auch sehr bald eine Thatsache auffinden, welche den Vorgang einigermassen näher bestimmbar werden lässt. Es stellte sich nämlich heraus, dass durch den Einfluss von niederen Temperaturen die Minimalconcentration der Zuckerlösung, auf welcher stärkefreie Laubblätter im Dunkeln schwimmend eben noch deutlich nachweisbare Stärkekörner in ihren Chloroplasten ausbilden, in die Höhe getrieben wird. Besonders die Schliesszellen zeigen die Abhängigkeit der zur Stärkebildung eben hinreichenden Zuckerconcentration von der Temperatur sehr scharf und deutlich.

Versuchsobjecte waren Blätter von *Scolopendrium vulgare, Ruscus aculeatus, Antirrhinum majus, Hedera Helix, Saxifraga Aizoon, Sedum reflexum, Buxus sempervirens, Ilex Aquifolium, Taxus baccata* und einer *Sempervivum*-Art. Am 1. December 1900 zeigten alle diese im Prager botanischen Universitätsgarten im Freien überwinternden Blätter, mit der SCHIMPER'schen Jod-Chloralhydratlösung auf Stärke geprüft, in keinem Theile nachweisbare Stärkequantitäten.

Bei Zimmertemperatur von 17° C. im Dunkelschrank auf Wasser schwimmend, hatten diese Blätter binnen 16 Tagen wenigstens zum Theile auf Kosten des im Zellsafte enthaltenen Zuckers Stärke gebildet:

*Scolopendrium:* In den Schliesszellen stellenweise viel Stärke.

*Ruscus aculeatus:* In den meisten Schliesszellen Stärke.

*Antirrhinum majus:* Spärliche Stärke in den Schliesszellen.

Die übrigen Versuchsobjecte zeigten keine Stärkeregeneration.

Dieser bereits von LIDFORSS ausgeführte Versuch zeigt, dass für Zimmertemperatur der in den Blattzellen gebotene Zuckergehalt wenigstens in manchen Fällen ausreichend sein muss, um Stärkebildung zu veranlassen.

Bei Temperaturen nahe an 0° bleibt jedoch die Stärkebildung bei den auf Wasser schwimmenden Blättern in allen Fällen aus. Ich liess Blätter der genannten Versuchspflanzen vom 1.—16. December in mit Wasser gefüllten Krystallisirschalen in einem Metallgefässe, welches stets rings von Eis umgeben war, verweilen. Die sorgfältig controlirte Temperatur schwankte zwischen 0° und + 2° C. Unter diesen Temperaturverhältnissen war bei keinem Blatte die in

den Blattzellen gebotene Zuckerconcentration hinreichend, um Stärkebildung eintreten zu lassen; es liegen also ähnliche Verhältnisse vor, wie sie bei den im Freien vegetirenden Winterblättern herrschen.

Parallel diesen Versuchen mit Wasser bei Zimmertemperatur und künstlicher Abkühlung gingen nun Versuche mit Zuckerlösungen verschiedener Concentration. Zunächst wurden verwendet Rohrzuckerlösungen von 2, 5 und 10 pCt. Nach den Feststellungen WINKLER's wirkt eine Rohrzuckerlösung von 10 pCt. bei + 20° C. nahezu optimal, und eine weitere Concentrationssteigerung hat nur relativ geringen Effect. Der Verlauf der Versuche, welche vom 1.—16. December abliefen, war folgender:

1. Zimmertemperatur von + 16 bis 18° C.

2 pCt. Rohrzucker: Die Schliesszellen der in Jod-Chloralhydrat untersuchten, vorher mit Alkohol ausgekochten Blätter zeigten reichlichen Stärkegehalt bei *Scolopendrium, Hedera, Ruscus.* Die übrigen Versuchspflanzen zeigten theils negative, theils schwach positive, nicht zur Verwerthung geeignete Befunde.

Bei 5 pCt. und 10 pCt. Rohrzucker war der Befund noch ausgeprägter. Auch hier erwiesen sich *Hedera Helix*, *Ruscus aculeatus* und *Scolopendrium vulgare* als die best reagirenden Objecte.

2. Die Präparate auf dem Eise bei 0° bis + 2° C.

In 2 pCt. und 5 pCt. Rohrzuckerlösung war auch bei den best reagirenden Objecten nur sehr sporadisch und spärlich Stärkebildung in den Schliesszellen zu constatiren. In 10 pCt. Rohrzuckerlösung war jedoch wenigstens bei *Ruscus* und *Hedera* auch bei dieser Temperatur eine sehr reichliche Stärkebildung in den Schliesszellen aufgetreten.

Nach weiteren Erfahrungen dürfte eine 7procentige Rohrzuckerlösung ungefähr die Grenzconcentration darstellen, bei welcher auch bei Temperaturen nahe 0° eine allgemeine nennenswerthe Stärkeformation in den Chloroplasten der genannten Laubblätter statt hat.

Die Annahme von LIDFORSS, dass der winterliche Spaltöffnungsschluss die Ursache des Ausbleibens der Stärkebildung sei, bildet nicht in jeder Hinsicht eine ausreichende Erklärung für die Abwesenheit der Stärke in den Blattzellen während des Winters, wie zum Theile bereits die Versuche desselben Autors zeigten, nach welchen höhere Temperaturen viel früher als die Spaltöffnungsschliesszellen ihre Oeffnungsstellung wieder einnehmen, eine Regeneration der Stärke wenigstens in den Schliesszellen veranlassen.

Die oben geschilderten Befunde zeigen nun deutlich, dass für niedere Temperaturen die in den Blattzellen gebotenen Zuckercon-

centrationen einfach nicht hinreichen, um eine ausgiebige Stärkebildung zu ermöglichen. Wohl aber sind sie hierzu mehr als ausreichend, so bald die Blätter in höhere Temperatur gebracht werden, und in der That konnte LIDFORSS unter solchen Verhältnissen raschen Eintritt von Stärkeregeneration constatiren. Wir dürfen demnach von einer „Aenderung der Zuckerstimmung" in den Blattzellen durch Temperaturerniedrigung sprechen, und in einer solchen haben wir die Ursache der Erscheinung zu sehen, dass die Laubblätter im Winter stärkefrei bleiben.

Es ist in gemässigtem Klima eine bei überwinternden Pflanzenorganen sehr verbreitete Erscheinung, dass die im Eingang der Winterruhe aufgestapelte Stärke mit Eintritt der Wintertemperaturen eine Verminderung erleidet oder auch ganz verschwindet. Das Stärkefreiwerden der Laubblätter im Winter, die Verminderung und das theilweise Verschwinden der Stärke im Holze und der Rinde von Baumzweigen, in stärkehaltigen Rhizomen und Knollen sind prägnante Beispiele aus dieser Gruppe physiologischer Erscheinungen. Unstreitig handelt es sich hier nicht um Vorgänge, welche in jedem Entwickelungsstadium des Organes, auch im Sommer durch künstliche Abkühlung beliebig in Scene gesetzt werden können. So gelingt es nicht die Stärkeverminderung und Zuckerbildung in Kartoffelknollen, welche frisch ausgegraben sind, so rasch und ausgiebig wie im Winter hervorzurufen.[1]) A. FISCHER[2]) erzielte ähnliche Misserfolge, als er durch künstliche Abkühlung im Juni an Lindenästen das Verschwinden der Stärke erzielen wollte. Dass aber trotzdem die niedrige Wintertemperatur bei diesen Vorgängen einen bestimmten Einfluss hat, wird durch mehrere Umstände bewiesen. Es gelingt einmal, wenigstens zur passenden Jahreszeit, durch künstliche Abkühlung sicher eine Stärkeauflösung und Zuckeranhäufung bei den verschiedensten Organen zu bewirken; wir sehen ausserdem, dass es bei Aesten, Rhizomen zunächst gerade die peripheren Partien sind, welche eine Verminderung des Stärkegehaltes aufweisen, weil sie eben den Temperatureinflüssen mehr ausgesetzt sind.

Dass nun niedere Temperatur bei Winter überdauernden Organen Stärkeauflösung und Zuckeranhäufung hervorruft, ist ebenfalls auf die Erhöhung der „Zuckerstimmung" der Zelle zu beziehen. Diese äussert sich also einerseits in der Erhöhung der Concentrationsschwelle für den Eintritt der Stärkecondensation, andererseits in einer vermehrten Zuckerbildung auf Kosten des bereit liegenden Materials, der Stärke. Die niedere Temperatur hemmt also den Stärkecondensationsprocess, fördert dagegen die Hydratation der vorhandenen Stärke.

---

1) H. MÜLLER-Thurgau, Landwirthsch. Jahrbüch.. Bd. 11, S. 781–82 (1882).
2) A. FISCHER, Jahrbüch. für wissensch. Botan., Bd. 22, S. 117, 154 (1890).

Dieses Verhältniss kann nun keineswegs durch eine Temperatureinwirkung auf die Function der Amyloplasten bedingt sein.

Wir wissen von den Amyloplasten, dass sie Stärkekörner ausbilden, so bald die Concentration des Zuckers in ihnen durch autochthone Zuckerproduction oder in ihrer unmittelbaren Umgebung durch Darbietung fertigen Zuckers ein gewisses Maximum erreicht hat. Diese Concentrationsschwelle scheint unter normalen Verhältnissen ziemlich tief zu liegen; WINKLER[1]) fand sie bei einzelnen Objecten schon zwischen 0,1 pCt. und 0,2 pCt. Saccharose. Die Amyloplasten lösen hingegen ihre Stärkekörner auf, wenn die Zuckerconcentration in ihrer Umgebung ein gewisses Minimum erreicht hat und die Zelle dauernd Zucker consumirt. Ein und derselbe Factor, z. B. Temperaturerniedrigung, kann daher nicht gut Erhöhung der Concentrationsschwelle für die Stärkecondensation und vermehrte Stärkelösung durch directe Einwirkung auf die Amyloplasten gleichzeitig hervorrufen.

Ungezwungen lässt sich hingegen die winterliche Stärkelösung und Erhöhung der Zuckerconcentrationsschwelle für die Stärkebildung durch die Annahme verstehen, dass in Folge der Temperaturerniedrigung im Cytoplasma ein Anziehungscentrum für Zucker in höherem Grade als sonst geschaffen wird, dass also der Einfluss der Temperaturerniedrigung auf einer vermehrten Zuckerspeicherung des Zellplasmas, ausserhalb der Amyloplasten, beruht.

Wie unsere oben angeführten Versuche zeigen, hat diese Anziehungskraft des Plasmas für Zucker eine bestimmte Grenze. Auf 7 bis 10 pCt. Rohrzuckerlösung schwimmend, beginnen auch in abgekühlten Winterblättern die Chloroplasten Stärkekörner auszubilden. Legt man hingegen diese Blätter, sobald sie Stärke gebildet haben, unter dauernder Abkühlung auf Wasser, so wird der Ueberschuss an Zucker theils durch Diffusion aus den Blättern entfernt, theils wohl auch von den Blattzellen verbraucht, und man kann nach Verlauf von 1 bis 2 Wochen feststellen, dass die gebildeten Stärkekörnchen wieder verschwunden sind.

Ich sehe mich demnach zur Annahme genöthigt, dass die winterliche Stärkelösung, wie die gefundene Erhöhung der Zuckerconcentrationsschwelle für die Stärkebildung in einer Kältewirkung auf das Plasma, nicht aber in einer Kältewirkung auf die Amyloplasten zu suchen ist.

Warum die Temperaturerniedrigung im Cytoplasma eine vermehrte Anziehung für Zucker schafft, welche Vorgänge hierbei mitspielen, müssen weitere Untersuchungen aufklären.

Wie LIDFORSS angiebt und ich bestätigen kann, ist die Ver-

1) H. WINKLER, Jahrb. für wissensch. Bot., Bd. 32, S. 528 (1898).

mehrung des Zuckergehaltes in winterlichen Blättern durch die Reductionsprobe leicht nachzuweisen. Die von A. FISCHER festgestellte Zuckeranhäufung in Baumzweigen, das Süsswerden der Kartoffeln beweist ebenfalls, dass wenigstens die Hauptmenge des vom Cytoplasma festgehaltenen Zuckers als freies gespeichertes Material vorliegt. Dass aber wenigstens partiell eine lockere Bindung des Zuckers etwa in Glycosidform an verschiedene Plasmasubstanzen eintritt, ist damit nicht ausgeschlossen. Die Vorgänge dürften bei allen überwinternden Organen dieselben sein. Die Bildung von fettem Oel auf Kosten der Reservekohlenhydrate ist wohl nicht überall deutlich ausgeprägt; doch ist auch, wie schon LIDFORSS angab, selbst in den Mesophyllzellen der Winterblätter ein vermehrter Fettgehalt sicher zu stellen. Es ist recht gut denkbar, dass die vermehrte Zuckerspeicherung im Cytoplasma mit der später daselbst einsetzenden Fettbildung in ein und dieselbe Kette von physiologisch-chemischen Vorgängen gehört, als deren auslösende Ursache hier die Temperaturerniedrigung zu betrachten ist. Wie die Entstehung von Fett bei der Reife zahlreicher Samen erweist, giebt es aber sicher noch andere auslösende Factoren, die analog wirken, wie die Temperaturerniedrigung in unserem Falle.

Was die Laubblätter und andere chlorophyllführende Organe anbelangt, so ist wohl bei deren winterlichen Zuckerspeicherung nicht ausser Acht zu lassen, dass unter Umständen ein Theil des in den Zellen aufgespeicherten Zuckers auch der Kohlensäureassimilation der Chloroplasten entstammen kann. Nach den Untersuchungen von EWART[1]) vermag in den meisten Fällen erst längere Einwirkung von Temperaturen von 0 bis + 4° C. eine temporäre Inactivirung der Chloroplasten zu erzeugen. Ferner sei daran erinnert, dass BOUSSINGAULT[2]) bei *Larix* noch zwischen + 0,5° und + 2,5° C. Kohlensäureassimilation fand, und HEINRICH[3]) bei *Hottonia palustris* sicher noch bei + 4,5° C. Gasblasenentwickelung im Lichte beobachten konnte. Diese Momente sind auch bei der Würdigung des winterlichen Spaltöffnungsschlusses als Assimilation hemmender Factor mit zu berücksichtigen.

LIDFORSS hat in seiner oben citirten Arbeit darauf aufmerksam gemacht, dass man in Winterblättern durch Anbringen von Ritzen oder Herstellen von Schnittflächen locale Stärkebildung in den Mesophyllzellen, welche der Wunde benachbart sind, hervorrufen

1) A. S. EWART, Journ. of the Linnean Society, Vol. XXXI, Botany, Nr. 217, (1896) p. 389—403. Auch W. PFEFFER, Ueber die vorübergeh. Aufhebg. der Assimilationsfähigkeit in Chlorophyllk. Ber. math.-phys. Cl. der kgl. sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig. Sitzg. vom 1. Juni 1896, S. 312.

2) Ann. des sciences nat. V. sér. T. 10, p. 336 (1869).

3) Landwirthsch. Versuchsstat., Bd. 13, S. 136 (1871).

kann. Er zieht diese Beobachtung als Beweis dafür heran, dass es der Sauerstoffmangel ist, welcher die Verwandlung des Zuckers der Zellen in Stärke hindert. Weil jedoch gerade die der Verletzung nächstliegenden Zellen die Stärkebildung zeigen, so möchte ich auf die Möglichkeit einer anderweitigen traumatischen Folge aufmerksam machen. Der traumatische Reiz dürfte hier die Kältewirkung auf das Zellplasma, welche Zuckerspeicherung auslöst, aufheben und durch Herabsetzung der Concentrationsschwelle für die Stärkebildung das Entstehen von Amylumkörnern in den vom Wundreiz betroffenen Zellen veranlassen.

## 16. Imm. Löw: Teakholz und Jute schon im classischen Alterthum bekannt.

Eingegangen am 9. März 1901.

Von dem ausgezeichneten Kenner der semitischen Sprachen und Alterthümer, Rabbiner Dr. IMMANUEL LÖW, dem Verfasser des hochgeschätzten Werkes „Aramäische Pflanzennamen“ (Leipzig 1881, W. ENGELMANN) erhielt ich folgende briefliche Mittheilung, der ich einen Platz in unseren Berichten einzuräumen bitte.

Berlin, 9. März 1901. P. ASCHERSON.

Periplus Maris Erythraei ed. FABRICIUS, S. 74, § 36: „Fährt man durch diese Mündung des Meerbusens an dem Festlande hin, so folgt nach einer Fahrt von sechs Tagen ein zweiter Handelsplatz von Persis, das sogenannte Ommana[1]). Man entsendet gewöhnlich von Barygaza aus nach diesen beiden Handelsplätzen von Persis grosse Schiffe mit Kupfer *καὶ ξύλων σαγαλινοκαιδοκῶν* (so) *κερατεανῶν καὶ φαλάγγων σασαμίνων καὶ ἐβενίνων* . . . .“ STUCK liest mit Recht *σαγαλίνων καὶ δοκῶν*, ohne *σαγαλίνων* erklären zu können. SALMASIUS hat dafür sehr ingeniös *σαταλίνων* vorgeschlagen, und dies soll so viel sein wie *σανταλίνων*, Sandelholz.

Der Hauptexportartikel an Holzarten Indiens ist der Teakbaum, *Tectona grandis* L., indisch sagun (RITTER, Asien V. 803, ZDMG. 50, 650), davon arabisch sâǵ ساج, aramäisch שאגא šâgâ. Dasselbe ist *σαγάλινα* des Periplus. Dieses indische Holz kennt der babylonische Talmud unter zwei Namen: als šâgâ, Teakbaum und Teakholz, und

1) Nach MÜLLER's Vermuthung in dem jetzt Tschubar genannten Busen, wo man die Orte Tschubar, Tiz und Purug erwähnt.

als *sagalinos, unter dem Namen, den es im Handel führte. Dieses *sagalinos ist nämlich für אבסלגום herzustellen, wie ich bei KRAUSS, Griechische und lateinische Lehnwörter im Talmud, Midrasch und Targum II. (Berlin 1899), S. 46 nachgewiesen habe.

Die zweite Holzart des Periplus *δοκῶν κερατεαvῶν* wird eine Acacie meinen, obwohl قرظ (ASCHERSON und SCHWEINFURTH, Fl. d'Égypte, S. 72) meist nur für die Schote der Nilacacie vorkommt.

Die dritte Holzart, *σασάμινα*-Balken, habe ich identificirt (Pflanzennamen S. 65), doch wie ich später sah, ist mir BOCHART, Hierozoicon II, 144 zuvorgekommen! Es ist *Dalbergia Sissoo* Roxb., arab. ساسم [1]), in der samaritanischen Bibelübersetzung סיסם, im Talmud neben dem oben erwähnten אבסלגום genannt, aber in מסימם verschrieben. (Oesterr. Monatsschrift für den Orient 1884, S. 94f.)

Die vierte Holzart *ἐβενίνων* ist das bekannte Ebenholz, *Diospyros Ebenum* Retz. und andere Arten.

* *
*

Periplus S. 42, § 6: „Ebenso aus den inneren Gegenden Ariakes indisches Eisen, Stahl, baumwollene Gewebe, und zwar breitere *ἡ λεγομένη μολοχίνη*, Molochinen, genannt, und Sagmatogenen, Gurte, persische Pelze, *καὶ μολόχιναι σινδόνες ὀλίγαι*, baumwollene Gewänder in geringer Anzahl.“ Diesen *μολόχιναι* gegenüber war man bisher rathlos MÜLLER und STUCK meinen, die Farbe sei malvenartig gewesen; BLÜMNER meint, aus Fasern der *Malva silvestris* L. gewebte Stoffe. MARQUARDT (Privatalterthümer II, S. 102) weiss mit den molochinae auch nichts anzufangen. LASSEN meinte eine gröbere Art von Geweben. Gemeint sind aber Jute-Stoffe, deren älteste Erwähnung hier vorliegt! Der griechische Name der Malve, *μολόχη*, wurde auf den schleimhaltigen *Corchorus* übertragen: meluchije, wie *Corchorus* ja heute noch heisst (ASCHERSON und SCHWEINFURTH, S. 53). Ehe die Jute-Industrie sich in neuerer Zeit so ungeheuer entwickelte, hiess die *Corchorus*-Faser arracanischer Hanf, allerdings nicht vom Arjaka des Periplus, östlich von Bombay, sondern von Arakan, östlich von Calcutta. KRAUSS, Lehnwörter II, 341.

Ein jüdischer Lexicograph in Gurgāng (Urgendsch) in Chiwa, der sein Wörterbuch 1339 vollendete, erklärt das talmudische כלי קופסא durch: „hindustanisches Gras, aus dem man Kleider verfertigt, die vor Wärme schützen sollen“. Ob auch da Jutestoffe gemeint sind?

---

1) Herr Prof. Dr. SIEGM. FRÆNKEL schreibt mir: „Für Ihre richtige Identification des samaritanischen sisam mit arab. sâsam bildet einen urkundlichen Beleg: IBN KUṬAIBA lässt in seinem Sintfluthberichte Gott zu Noa sagen, er solle die Arche aus šimšār-Holz machen. Darüber steht nun als Glosse = šimšâr = sâsam! Das letztere kommt übrigens schon bei einem der ältesten arabischen Dichter, NAMIR IBN AL-ṬAULAB vor.“ (Houtsma, Aḍḍâd p. 34).

## 17. J. Hämmerle: Ueber einige bemerkenswerthe anatomische Verhältnisse bei Dichorisandra ovata.

Eingegangen am 11. März 1901.

Bei der Untersuchung einer Anzahl Commelynaceen machte EBERHARD einige Beobachtungen an *Dichorisandra ovata*[1]), die mich veranlassten, diese Pflanze etwas eingehender zu untersuchen.

Besonders am Blatt, dann aber auch am Trieb selber, zeigen sich hier neben anderen anatomischen Eigenthümlichkeiten von Interesse besondere Gesetzmässigkeiten im Auftreten und in der Vertheilung von Gerbstoff führenden Zellen, die mit Rücksicht auf die Fragen der Organisationsmechanik von allgemeinem Interesse sind.

Untersucht wurden im October 1900 mit Kaliumbichromat injicirte Triebe verschiedener Stärke, dann eine Anzahl von Blättern, im November anderen Trieben entnommen. Die Untersuchungen über das Verhalten von Chlorophyll und rothem Farbstoff wurden natürlich an frischen Exemplaren angestellt. Zur Veranschaulichung der Dimensionen gebe ich zunächst die Masse für drei Triebe. (Die Zahlen geben die Länge in Centimetern an. Für die Blätter bezeichnet die erste Zahl die Länge der Scheide, die zweite die der Spreite).

Exemplar I. Internodienlänge (in der Reihe von unten nach oben): 2,5 (1. Blatt)—7,6—5,4—4,2—1,7 etc. Blätter: 3,6; 5,0—2,7; 17,5—2,5; 23,0—2,5; 24,5.

Exemplar II. Internodienlänge: 2,5—15,7 (1. Blatt)—13,5 bis 9,5—4,5. Das Blatt am untersten Internodium bildet nur einen kleinen Zipfel am oberen Ende der Scheide. Erst am folgenden Internodium tritt es als kleine Spreite hervor.

Exemplar III. 3,0—8,0 (1. Blatt)—5,5—3.

Stengel und Blatt zeigen den typischen Bau der Commelynaceen[2]).

1) EBERHARD, Beiträge zur Anatomie und Entwicklung der Commelynaceen. Diss. Göttingen 1900.

2) Vergleiche EBERHARD und die übrige Litteratur daselbst: FALKENBERG, Vergleichende Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der Monocotyledonen. Stuttgart 1876. BERTHOLD, Zur Physiologie der pflanzlichen Organisation. Leipzig 1898. GRAVIS, Recherches anatomiques et physiologiques . . . Bruxelles 1898 (Extrait du tome LVII des Mémoires couronnés et Mémoires des savants étrangers, publiés par l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique).

Der Querschnitt des Internodiums zeigt folgende Verhältnisse. Auf die kleinzellige Epidermis folgen ein 3—6 schichtiges Collenchym, dessen Zellen nach innen grösser werden und ein etwa 6—8 schichtiges, Chlorophyll führendes Rindenparenchym. Der zweischichtige, verholzte Stereomring ist von einer Stärkescheide überdeckt und enthält eine Anzahl Gefässbündel. Zahlreiche Bündel liegen ausserdem im Centralcylinder, dichter gedrängt in seiner mittleren Partie. Die Zellen des Centralcylinders sind viel weitlumiger als die der Rinde. Stärke enthalten namentlich die Stärkescheide, die centralen Partien des Centralcylinders und die unmittelbare Umgebung der Gefässbündel. Gerbstoffidioblasten liegen sehr zerstreut im Centralcylinder, nie oder sehr selten in der Rinde.

Der Querschnitt der Spreite eines normalen Blattes lässt Folgendes erkennen. In der Nähe des Mittelnerven, wo alle Gewebe besonders stark entwickelt sind, treffen wir unter der oberen ziemlich kleinzelligen Epidermis auf ein 3—4 schichtiges farbloses Wassergewebe, das aus mittelgrossen Zellen besteht. Diesem schliesst sich eine Schicht kurzer, weiter Pallisadenzellen und ein 15—10 schichtiges (am Rande etwa 4 schichtiges) aus rundlichen Zellen zusammengesetztes Schwammparenchym an. Unter der unteren, gleichfalls kleinzelligen Epidermis finden sich in der Nähe des Mittelnerven auch 1—2 Schichten Wassergewebe, aber aus viel kleineren Zellen bestehend als an der oberen Epidermis. Nervenparenchym ist nur an der Unterseite des Hauptbündels entwickelt, wo es unter einem 3—4 reihigen Collenchym 7—8 Zellen stark liegt. An der Oberseite des Mittelnerven wird das Wassergewebe oft durch Chlorophyll haltende Parenchymmassen unterbrochen, die zu Spaltöffnungen führen. Im Allgemeinen finden sich aber nur an der unteren Epidermis Spaltöffnungen. Gegen den Rand hin verliert das Wassergewebe nach und nach an Mächtigkeit und verschwindet in der Nähe des Randes schliesslich ganz. Dort wird es von den hier grosslumigen Epidermiszellen ersetzt Ueber den Bündeln ist das Wassergewebe stets weniger entwickelt Auf dem Hauptbündel und den angrenzenden Gefässbündeln sind die Fasern gar nicht oder nur schwach verdickt. Die am Rande liegenden Bündel besitzen einen 1—2 schichtigen verdickten Faserbelag auf dem Siebtheil. Auf der unteren Epidermis resp. dem Wassergewebe liegen im Schwammparenchym Schlauchzellen, die Gerbstoff enthalten, ebenso Gerbstoffidioblasten, die aber hier in der Mitte der Spreite nur vereinzelt vorkommen. In der Nähe des Gefässbündels finden sich diese Idioblasten auch seitlich von ihnen, mitten im Schwammparenchym, am Rande in allen Schichten. Diffuser Gerbstoff tritt im Schwammparenchym (sehr wenig), Collenchym und am Rande in beiden Epidermen in geringer Concentration auf, nie dagegen im Wassergewebe.

## Chlorophyll und rother Farbstoff.

Die ganze Oberfläche des Internodiums ist zunächst bedeckt mit einer grossen Anzahl weisser Inseln von schild- bis lanzettförmiger Gestalt, die fast gar kein Chlorophyll enthalten. Das übrige Rindengewebe zwischen ihnen führt Chlorophyll. Rother Farbstoff findet sich in einem Theil der Epidermiszellen im Saft gelöst, nur über den Chlorophyll führenden Zellen, jedoch nicht überall dort, wo Chlorophyll liegt. Nie tritt er über chlorophyllfreiem Gewebe auf. Die farblosen Stellen zeigen unter der Epidermis ein relativ kleinzelliges, mit Intercellularen ausgestattetes, schwammparenchymartiges Gewebe. An allen anderen Stellen folgt auf die Epidermis eine farbstofffreie Schicht von lang gestreckten Hypodermzellen, unter denen ein grosszelliges, intercellularenarmes Chlorophyllparenchym liegt. Die Intensität des rothen Farbstoffs nimmt im Stengel von unten nach oben sehr schnell ab. In der Regel ist das erste Internodium sehr lebhaft gefärbt, so dass die grüne Grundfarbe fast gänzlich verdeckt ist, das zweite bedeutend schwächer, das dritte oft beinahe gar nicht mehr. An der etwas verdickten Knotenregion findet sich ein etwa 2 *mm* breiter intensiv grüner Ring, fast ohne weisse Flecke. Je nach der Masse des rothen Farbstoffs im Internodium ist auch hier das Chlorophyll von ihm überdeckt.

Die geschlossene Blattscheide ist ähnlich gefleckt wie der Stengel. Nur überwiegen die weissen Inseln derart, dass sie die Hauptmasse bilden, während das Chlorophyllgewebe mit dem darüber auftretenden rothen Farbstoff gitter- und netzförmig dazwischen liegt. Die Scheide besitzt ein helleres Grün als die Internodien. Die Rothfärbung nimmt in den Scheiden von unten nach oben ab. Der obere Rand der Scheide ist an der der Spreite gegenüberliegenden Seite roth gefärbt. Diese Färbung nimmt aber gegen die Spitze des Triebes hin zu. Ueber dem grosszelligen, intercellularenarmen, grünen Gewebe liegen farblose gestreckte Wassergewebezellen, gleichfalls ohne Intercellularen. Das farblose Schwammparenchym besteht aus kleineren Zellen. Der rothe Farbstoff findet sich nur über Chlorophyll haltendem Gewebe. In der stielartigen Uebergangszone von Scheide zu Spreite findet sich die rothe Färbung sehr intensiv an den Rändern der Unter- und Oberseite. Je weiter nach unten am Trieb, um so stärker zeigt sie sich auch an der Oberseite am Mittelnerven vom Auftreten einzelner Flecken an bis zur vollständigen Bedeckung der ganzen Uebergangszone.

In der Spreite tritt der rothe Farbstoff hauptsächlich an der Unterseite auf. Die untersten kleinen Blätter und die an der Spitze des Triebes sitzenden, noch nicht ausgewachsenen Blätter sind immer am lebhaftesten, die untersten meist an der ganzen Unterseite intensiv

roth gefärbt. Am ersten Blatt ist die Farbe in der Regel am schwächsten am Mittelnerven und an der Basis, etwas schwächer auch am Rand. Nach oben hin nimmt sie hinsichtlich der Intensität und der Ausdehnung ab. An den fertigen Blättern tritt der Farbstoff am stärksten an der Unterseite der unteren Spreitenhälfte gerade am Mittelnerven und den ihm benachbarten Nerven, ebenso an der Basis auf. Das Roth hält sich gegen die Spitze zu am längsten an der Unterseite der Nerven und am Rande. An den oberen unfertigen Blättern ist die basale Hälfte der Unterseite am intensivsten gefärbt. Am dritten — einem schwächeren Triebe — war die Rothfärbung nach Verbreitung und Intensität durchgehend schwächer.

## Vertheilung der Spaltöffnungen.

Die Spaltöffnungen liegen am Stengel in Gruppen zusammen und zwar nur über den chlorophyllfreien Stellen. In der Scheide treten sie ebenfalls nur über dem farblosen Gewebe auf. Sie finden sich nur an der Aussenseite mit Ausnahme der Scheiden, die nur eine kleine Blattspreite (bis zu 40 *mm* Länge) besitzen. Bei diesen ziehen sich von der Oberseite der Blattspreite die Spaltöffnungen an der Innenseite der Scheide noch ein Stück hinunter, verschwinden aber dort bald. Die Hauptmasse der Spaltöffnungen findet sich immer an der Unterseite der Spreite, und ihre Vertheilung und Dichte zeigt dort nur geringe Differenzen, während ihr Auftreten auf der Oberseite durch die Grösse und Natur des Blattes bedingt ist und weitgehende Unterschiede aufweist.

An dem normalen Blatt liegen sie an der Unterseite nur oder fast nur zwischen den grösseren Gefässbündeln. Unmittelbar auf ihnen finden sich solche nur an der Basis des Mittelnerven. Die Anastomosen beeinflussen ihre Lage nicht. Der äusserste Rand der Spreite jenseits des letzten Randbündels ist ganz frei von ihnen. Bei den kleineren Blättern finden wir sie auch schon in der Nähe der grossen Bündel in der Mittelnervzone ebenso wie in der äussersten Randzone, und schliesslich ist in den kleinsten Blättern (von 50 *mm* herunter) ihre Vertheilung ganz unabhängig auch von der Lage der Hauptbündel. An diesen Blättern ist an der Basis eine etwa dreieckige Fläche (die auch ohne Gerbstoffidioblasten ist — diese liegen dort an der Oberseite —) mit Spaltöffnungen sparsamer bedeckt. Auch an der Oberseite sind an diesen kleinsten Blättern die Spaltöffnungen ziemlich gleichmässig vertheilt. Sie sind schon makroskopisch durch die grünen Chlorophyllinseln zu erkennen, die das Wassergewebe durchbrechen und bis an die Epidermis heranreichen. Ueber ihnen liegen dann die Spaltöffnungen einzeln oder in Gruppen.

Bei den Blättern, die von diesen kleinen zu den normalen über-

leiten (50—100 *mm* Spreitenlänge), können wir drei Stufen unterscheiden:

1. Spaltöffnungen überall über und zwischen den Gefässbündeln, aber die Zahl der zwischen den Bündeln vertheilten erfährt vom Rande bis in die Region des Mittelnerven eine ziemlich ansehnliche Zunahme (1—3—4—5 auf einer Einheit). Die meisten dieser Spaltöffnungen rücken schon näher an die grossen Bündel heran.

2. In der Region des Mittelnerven noch eine grosse Anzahl zwischen den Bündeln, am Rande nur sehr selten solche zwischen, die meisten neben den Bündeln.

3. Nur in der Region des Mittelnerven Spaltöffnungen zerstreut vertheilt. Die dem Mittelnerven nächsten Gefässbündel seitlich von einer Reihe begleitet. In der Randregion keine Spaltöffnungen.

Mit zunehmender Grösse der normalen Blätter wird nun die Region des Mittelnerven, in der Spaltöffnungen ohne Anschluss an ein grösseres Gefässbündel auftreten können, immer enger. Schliesslich liegen nur über dem Mittelnerven in den Chlorophyllinseln Spaltöffnungen in Gruppen, während sie die sich vom Mittelnerven abzweigenden Nerven nur auf einer ganz kurzen Strecke begleiten, aber direct über ihnen liegen. Von oben nach unten nimmt im Mittelnerven mit dessen zunehmender Breite die Zahl der Chlorophyllinseln zu. An der Spitze des Blattes finden sich dann auch über den anderen Nerven wieder Spaltöffnungen ein. Je nach der Grösse der normalen Blätter erstreckt sich diese Zone etwa $^1/_5$—$^1/_3$ der Spreitenlänge von der Spitze gegen die Basis herab.

## Vertheilung von Gerbstoff und Stärke.

### Trieb.

G e r b s t o f f findet sich in Stengel und Blatt zunächst in besonderen zerstreuten Idioblasten, dann in langen schlauchförmigen Zellen, die an einander gereiht sehr lange Züge bilden, ausserdem auch noch in diffuser Vertheilung. In schlauchförmigen Zellen finden wir ihn nur im Blatt, nicht im Stengel, während Idioblasten in beiden Organen vorkommen. In kräftigen Trieben ist seine Menge grösser.

Im Stengel treten die gerbstoffhaltigen Idioblasten nur im Centralcylinder, nie oder sehr selten in der Rinde auf. Im Triebe sind die Differenzen in Bezug auf den Gerbstoffgehalt zwischen kräftigen und schwachen Exemplaren besonders deutlich. Das Princip der Vertheilung tritt in den schwächeren Trieben scharf hervor. Die grösste Masse der Idioblasten findet sich in der Knotenpartie zwischen den Gefässbündeln und ihren zahlreichen Anastomosen. Ihre Menge nimmt vom basalen Ende bis zur Spitze des Stengels ab. Je nach

der Stärke des Exemplars sind mehr oder weniger zahlreiche der obersten Knoten vollständig frei von ihnen.

Im Internodium liegt die Hauptmasse an der Basis, von der Knotenregion durch eine beinahe gerbstofffreie Zone getrennt, die zur Spitze hin immer breiter wird, so dass im vierten Internodium des schwächeren Exemplars erst über der Mitte ganz zerstreut einige Idioblasten auftreten. Am oberen Ende des Internodiums findet sich keine derartige gerbstofffreie Zone.

Stärke fand ich fast nur im Stengel, aber selbst hier nur bei kräftigeren Exemplaren in grösserer Menge. Im Allgemeinen zeigt sich eine Zunahme von der Basis zur Spitze sowohl in den Knoten wie in den Internodien. Internodium 1 und 2 enthalten meist wenig, 3—4 viel, 5—7 das Maximum, 8—9 zeigen weniger. Die übrigen sind stärkefrei. Im Internodium selbst ist an der Basis meist die gerbstofffreie Zone auch stärkefrei; diese Zone wird nach oben zu breiter. Deshalb ist in den höheren Internodien fast nur noch an der Spitze Stärke. Auch in der Nähe der Spitze der Internodien unter dem Knoten ist die Stärkeansammlung etwas schwächer. Die Stärke liegt nie in der Rinde, immer nur im Centralcylinder und dort vorzugsweise in der unmittelbaren Nähe der Gefässbündel. In den Internodien, die nur wenig Stärke enthalten, findet sich diese immer in der innersten centralen Region des Centralcylinders. In diesen stärkearmen Internodien, überhaupt in den schwächeren Exemplaren enthält jedenfalls die Stärkescheide immer ziemlich viel.

### Blatt.

In einem mit Kaliumbichromat conservirten, normalen Blatt erkennt man im durchscheinenden Licht an der Unterseite der Spreite eine grosse Anzahl den Hauptnerven parallel verlaufender dunkler Linien. Es sind dies die schon erwähnten Reihen schlauchförmiger Zellen, welche die ganze Spreite von der Spitze bis zur Basis und dann die Scheide durchlaufen. In jeder Spreitenhälfte finden sich etwa 30 solcher Züge, die etwas weniger als 0,5 *mm* von einander entfernt sind. Die Schlauchzellen liegen an der Grenze zwischen Epidermis und Schwammparenchym, unter Umständen auch ganz vom Schwammparenchym umgeben, wie z. B. in der Nähe des Mittelnerven. Oft treten sie am Mittelnerven auch in das Nervenparenchym hinein. Sie liegen dort sowohl an der Grenze zwischen Collenchym (der Unterseite) und Nervenparenchym wie mitten im letzteren. In der Scheide liegen die Schläuche im Parenchym, das auf die Collenchymzone unter der äusseren Epidermis folgt.

#### Normales Blatt. Typus III.

Die Idioblasten sind am ganzen Rand auf einer 0,5—1 *mm* breiten Zone besonders dicht gedrängt. Gegen die Spitze der Spreite nimmt

ihre Menge zu. Diese besitzt überhaupt einen sehr starken Gerbstoffgehalt und erscheint daher ziemlich dunkelbraun gefärbt Ausserdem finden sich Idioblasten in der Umgebung der Gefässbündel. An der Spitze des Blattes, wo die Bündel dicht zusammentreten, sind sie gleichmässig über die ganze Spreitenfläche vertheilt. Weiter nach unten hin drängen sie sich mehr in der Nähe der grossen Gefässbündel zusammen. An der Spitze liegen sehr viele direct unter dem Mittelnerven. Diese besitzen eine einfach gestreckte Gestalt. Auch diese bezeichne ich mit dem Namen Idioblasten. Von der Spitze bis zur Basis findet dann eine Abnahme statt, die in folgender Weise vor sich geht. Zuerst verschwinden die Idioblasten direct unter den Bündeln und in der Mitte zwischen den Hauptbündeln. Je weiter ein Gefässbündel nach dem Rande hin liegt und je stärker es ist, um so weiter wird es in seinem Lauf zur Basis von Idioblasten begleitet. Wie weit überhaupt Idioblasten (abgesehen vom Rand) nach unten hingehen, hängt vom Gesammtgerbstoffgehalt des Blattes ab. Er ist bei den normalen Blättern sehr verschieden. Aber auch bei Blättern mit maximalem Gerbstoffgehalt ziehen sich die Idioblasten selten tiefer als bis zur Mitte hinunter. Die Basis ist unter allen Umständen frei. An der Uebergangsstelle zur Scheide nimmt die Zahl der Idioblasten am Rande sehr schnell ab. Sie verschwinden endlich, um erst in der Scheide und zwar am oberen Rande der der Spreite abgewandten Seite wieder aufzutreten, so dass diese wie der Rand der Spreite braun gefärbt erscheint. Bei den normalen Blättern enthält die Scheide weiter keine Idioblasten. Auf die Lagerung der Idioblasten in den verschiedenen Geweben bin ich schon bei Betrachtung der Organisation des Blattes eingegangen (S. 134).

Bei den kleineren Blättern (100 *mm* — weniger) finden wir nun wesentlich veränderte Verhältnisse. Wir können dort nach der Idioblastenvertheilung noch zwei Typen mit mehreren Unterstufen unterscheiden, zwischen denen Uebergänge natürlich nicht fehlen.

### Typus I.

Den ersten (Spreitenlänge 4—40 *mm*) können wir namentlich dadurch charakterisiren, dass sich dort in der Spreite Idioblasten auch im Pallisadenparenchym finden. Vom normalen Blatt bis hinunter zum 1. Blatt an der Basis des Stengels finden wir eine immer grössere Masse von Gerbstoff, die dem ganzen Blatt schliesslich eine dunkle Farbe verleiht. Die kleinsten Blätter enthalten am meisten Gerbstoff. Die Idioblasten im Pallisadenparenchym sind makroskopisch von der Oberseite aus deutlich zu sehen. An der Unterseite wird eine dreieckige Fläche (deren Grundlinie in der Blattbasis, deren Spitze im Mittelnerven liegt) von den Idioblasten immer vollständig frei gelassen. Ihr correspondirt auf der Oberseite die Stelle mit den

Idioblasten im Pallisadenparenchym. Wenn nicht so reichliche Mengen Gerbstoff vorhanden — ein seltener Fall — so enthalten am meisten immer Spitze, Rand und eine untere Zone, die das idioblastenfreie Dreieck nach oben hin begrenzt. Dazwischen können dann idioblastenfreie Flächen auftreten. In diesem Falle finden sich auch an der Oberseite im Pallisadenparenchym nur wenig Idioblasten, die dann etwas weiter gegen die Spitze hin aufrücken und sich halbkreisförmig mit nach unten offenem Bogen anordnen. Zu gleicher Zeit verschwinden dann die Idioblasten in der inneren Epidermis der Scheide, wo sie sonst bei diesem Typus (Typus I) ziemlich zahlreich vertreten sind. Auch an der Aussenseite der Scheide finden wir bei Typus I Idioblasten, die bei den normalen Blättern sich nur am oberen Rande fanden. Sie ziehen sich hier von der typischen Stelle am oberen Scheidenrande durch die ganze Scheide bis zum Knoten.

**Typus II.**

Der zweite Typus (ca. 50—100 *mm*) umfasst die Uebergangsformen von Typus I zu Typus III (den normalen Blättern). In den kleineren Blättern findet sich noch recht viel Gerbstoff, in den grösseren weniger. Wir können etwa drei Stufen unterscheiden.

1. Spreite ca. 50 *mm* lang mit ziemlich viel Gerbstoffidioblasten auch an anderen Stellen als Rand, Basis[1]) und Spitze.

2. ca. 75 *mm* lang: Wenig Gerbstoff; meist nur an Spitze, Basis und Rand.

3. ca. 100 *mm* lang. Selbst die Zone an der Basis schwer zu erkennen. An der Basis des Mittelnerven fehlt gleichfalls der Gerbstoff, wohl aber finden sich in dieser Zone an den dem Mittelnerv benachbarten Bündeln noch Idioblasten, während in der Mitte keine mehr zu sehen waren. Am Mittelnerven nimmt ihre Zahl von der Spitze bis unten hin ab; sie verschwinden vollständig schon in grosser Entfernung von der Basis.

Auf der ersten Stufe können wir noch einige Unterabtheilungen genauer charakterisiren. Das eine Extrem ist gleichmässige Vertheilung der Idioblasten an der ganzen Unterseite (die Oberseite enthält hier nirgends Idioblasten im Pallisadenparenchym) bis auf das Dreieck an der Blattbasis, das sich schmaler oder breiter am Mittelnerven hinaufzieht. Die Blattbasis ist also am Mittelnerven immer frei. Weiterhin treten schon leere Felder auf, die nach unten hin von einer schrägen, vom Mittelnerven zum Rande sich hinziehenden Zone mit Idioblasten begrenzt werden.

Die an den Rand stossende Hälfte des Feldes ist ziemlich frei

1) Ich meine immer die Zone, die über dem idioblastenfreien Dreieck liegt.

von Idioblasten. (Der Rand selber enthält immer eine grosse Menge). Nur an den grösseren Bündeln treten solche auf. Die an den Mittelnerven stossende Hälfte des Feldes ist dagegen sehr reich an ihnen. Die Zahl der Idioblasten in diesen Feldern kann aber so gering werden, dass eigentlich nur noch Spitze, Rand, basale Zone und das mittlere Drittel des Mittelnerven Idioblasten aufweisen. Wir haben damit den Uebergang zur Stufe 2 vor uns.

In der Scheide fehlen bei Typus II die Idioblasten in der inneren Epidermis. Vom Rande der Spreite bis zur Scheide nimmt die Zahl an der 5—7 *mm* langen Uebergangsstelle schnell ab. Es folgt eine ganz freie Partie, dann am oberen Rand der Scheide die typische Zone, die hier einen fast schwärzlichen Farbenton besitzt. Von dieser Stelle ziehen sich die Idioblasten längs der Nerven bis zur Mitte der Scheide hinunter, bis sich ihre Zone in der Mitte auskeilt. Kurz darunter setzen sie wieder ein, nehmen an Zahl nach unten zu und umfassen schliesslich den ganzen Knoten mit einem dichten Ringe, über der Knospe eine kleine Platte bildend.

Typus III wird von den normalen Blättern (siehe oben) gebildet (Spreitenlänge ca. 100—230 *mm*).

**Typus IV.**

Zu einem vierten Typus kann man dann noch die an ungestreckten Internodien stehenden Blätter an der Spitze der Triebe von ca. 100 *mm* herunter, die zum Theil noch nicht ausgewachsen sind, zusammenfassen. Sie enthalten im Allgemeinen recht wenig Idioblasten. Nur selten treten diese in grösserer Masse auf, dann aber merkwürdigerweise im Pallisadenparenchym. Sie finden sich nämlich zuweilen in zwei Feldern auf der oberen Hälfte der beiden Spreitenhälften in der Nähe des Randes, von der Spitze und dem Mittelnerven durch breite idioblastenfreie Flächen getrennt. In einzelnen Fällen aber bleiben von der ganzen oberen Spreitenhälfte nur zwei kleine Felder frei von ihnen.

Die unterschiedenen vier Typen von Blättern zeigen auch in ihrer inneren Form charakteristische Differenzen. Das Verhältniss von Länge zur Breite des Blattes wird vom basalen Ende bis zur Spitze des Triebes immer grösser. (Typus I; 1 : 1, Typus IV; 4 : 1).

Der Ort der grössten Breite rückt von der Basis der Spreite (Typus I) bis in die Mitte (Typus III), und bei Typus IV finden wir zwischen zwei Breitenmaxima eine Verschmälerung in der Mitte der Spreite. Die Länge der Blattscheiden nimmt von oben nach unten stetig zu.

Diffusen Gerbstoff finden wir nur in geringer Menge in den Epidermen, im Schwammparenchym, Collenchym des Mittelnerven

und einigen Chlorophyllinseln. Am Rande und an der Spitze ist der Gehalt am stärksten.

Stärke habe ich nur ganz vereinzelt in der Spreite in den Chlorophyllinseln an der Oberseite des Mittelnerven gefunden. Doch habe ich das Blatt daraufhin nicht systematisch untersucht.

Göttingen, Pflanzenphysiologisches Institut.

## 18. P. Sonntag: Verholzung und mechanische Eigenschaften der Zellwände.

Mit Tafel VI.

Eingegangen am 12. März 1901.

Nachdem ich in meiner Arbeit über „Die Beziehungen zwischen Verholzung, Festigkeit und Elasticität vegetabilischer Zellwände“ [1]) zuerst den Einfluss der Verholzung auf die mechanischen Eigenschaften der Zellwand klar zu legen versuchte und zwar auf Grund einer grösseren Anzahl experimentell erhaltener Daten, hat sich mit demselben Thema SCHELLENBERG [2]) beschäftigt. Er ist dabei zu Resultaten gelangt, welche in den wesentlichsten Punkten von den meinigen abweichen, und habe ich daraus Veranlassung genommen, meine früheren Untersuchungen, sowohl wie die SCHELLENBERG's, einer eingehenden Nachprüfung zu unterziehen, wobei ich gleichzeitig zu einigen neuen und überraschenden Bestätigungen meiner früher schon ausgesprochenen Ansichten gekommen bin, durch die also gleichzeitig die SCHELLENBERG'schen Ansichten völlig widerlegt werden.

Es handelt sich hierbei in erster Linie um den Einfluss der Verholzung auf drei besondere Eigenschaften der Zellwand, nämlich auf Quellbarkeit, Festigkeit und Dehnbarkeit resp. Elasticität. Natürlich ist es von Wichtigkeit dabei, ein zuverlässiges Mass für den Verholzungsgrad zu besitzen. SCHELLENBERG beschränkt sich darauf, die Farbenintensitäten, welche die Membranen in Folge der Phloroglucin-Salzsäurereaction zeigen, zu vergleichen. Diese Farben-

1) Landw. Jahrb., Bd. 21 (1892).

2) Jahrb. für wiss. Bot. 1896. (Beiträge zur Kenntniss der verholzten Zellmembran.)

abstufungen stellen den Grad der Verholzung doch nur sehr unvollkommen dar: da das Lignin wahrscheinlich kein einheitliches chemisches Individuum ist, so verräth uns die rothe Farbe der oben genannten Reaction nur einen bestimmten Antheil der incrustirenden Substanzen[1]), der in verschiedenen Zellwänden in wechselnden Procenten enthalten sein kann.

Ich halte es daher vorläufig immer noch für sicherer bei der Beurtheilung des Gehalts von incrustirenden Substanzen sich auf die chemische Analyse zu stützen[2]). Diese ergiebt z. B. für *Cocos*-Fasern 58,4 pCt., für *Caryota* 59,01 pCt. incrustirende Substanzen, während die häufig und irrthümlich auf Grund der Farbenreaction als das Maximum der Verholzung angesehenen Hölzer unserer Waldbäume nach SCHULZE[3]) nur 41,99 pCt. (*Pinus silvestris*) bis 54,01 pCt. Incrustation (*Quercus sessiliflora*) erreichen. Es kommt hinzu, dass bei manchen braun gefärbten Zellwänden (*Caryota*) die Farbenreactionen überhaupt nicht anwendbar sind. Die Hölzer unserer Waldbäume, für welche eine Anzahl Analysen vorliegen, sind jedoch für unsere Zwecke nur mit grösster Vorsicht zu gebrauchen, da die Zellelemente, welche das Holz bilden, zu verschiedenartig sind; während nämlich für die Zugfestigkeit allein das Libriform wesentlich in Betracht kommt, resp. bei Coniferen die Herbsttracheïden, nimmt die Analyse alles mit. Analysen des reinen Libriform liegen nicht vor: wahrscheinlich ist ein geringerer Gehalt an incrustirenden Substanzen. Die Nichtbeachtung dieser Dinge kann zu groben Irrthümern führen, worauf später zurückzukommen sein wird. Die Untersuchung der Textilfasern zur Entscheidung des Einflusses der Verholzung hat den Vorzug, dass man hier ein (einigermassen) gleichartiges Material in Bezug auf den Bau der zusammensetzenden Zellelemente vor sich hat, was bei den Hölzern nicht der Fall ist (Gefässe, Markstrahlen).

## I. Quellbarkeit.[4])

Eine Abnahme der merkwürdigen Fähigkeit der Membranen in Wasser gelegt aufzuquellen mit der Zunahme der Verholzung ist schon von vielen Autoren behauptet worden (WIESNER, SACHS), und meine dahin gerichteten Untersuchungen bestätigten diese Ansischt. Natürlich ist damit nicht ausgeschlossen, dass auch noch andere Factoren einen Einfluss auf diese Eigenschaft der Membran auszuüben im Stande sind. Im Gegentheil, nachdem von SCHWENDENER[5])

1) cfr. E. NICKEL, Die Farbenreactionen der Kohlenstoffverbind. Berlin 1890.
2) cfr. Bezieh. zwischen Verholz. etc., Landw. Jahrb. 1892, S. 866.
3) Chem. Centralblatt, 1857, S. 321.
4) cfr. Landw. Jahrb, Bd. 21, S. 841.
5) Sitzungsber. der Berl. Ak. 1887.

und ZIMMERMANN[1]) festgestellt, dass die Achsen der Quellungs- und Polarisationsellipsen gleiche Lage haben, aber in ihren Grössen reciprok sind, ist es klar, dass die Micellarstructur, die Richtung der Micellarreihen dabei berücksichtigt werden muss. Deshalb wurden von mir eben die in dieser Beziehung fast gleichartigen mechanischen Zellen allein zur Untersuchung genommen, so dass nur Fasern mit gleich gerichteten Micellarreihen unter einander verglichen wurden, wie SCHELLENBERG es verlangt. Dennoch zeigten sich die erheblichsten Unterschiede bei verholzten und unverholzten Zellwänden.

SCHELLENBERG führt als Beweis, dass auch verholzte Zellen einer bedeutenden Quellung fähig sind, die von meinem Freunde O. KLEIN[2]) zuerst beobachteten dynamischen Fasern der Inflorescenzachsen der Umbelliferen an. Die wirksamen Zellen erweisen sich mit Phloroglucin und Salzsäure stark verholzt, die grösste Quellung zeigt sich hier in der Längsrichtung, die Poren stehen quer. Entsprechend dem Satze, dass die Quellung senkrecht zur Richtung der Poren am stärksten ist, erhielt KLEIN folgende Resultate:

**Verlängerung durch Befeuchten:**

| | |
|---|---|
| *Daucus Carota* | 4,9 pCt. |
| *Daucus Balansae* | 5,1 „ |
| *Daucus polygamus* | 5,2 „ |
| *Caucalis hispida* | 5,6 „ |
| *Tordylium maximum* | 10,3 „ |
| *Tordylium apulum* | 8,0 „ |

Ich habe diese Resultate KLEIN's für *Tordylium maximum* in sofern bestätigt gefunden, als ich durch mikroskopische Messungen (KLEIN untersuchte makroskopisch) an herauspräparirten Zellen 4,4 pCt. Verlängerung fand.

Auf Grund dieser Thatsachen stellt SCHELLENBERG die Behauptung auf: „Man kann daher die Verholzung der Membranen nicht mit der Quellungsfähigkeit in Zusammenhang bringen und die geringe Quellbarkeit vieler verholzten Membranen rührt nicht davon her, dass sie stark verholzt sind.“

Ich muss diese Behauptung als voreilig bezeichnen. Sehen wir uns doch erst einmal die Quellungsgrösse unverholzter Membranen gegenüber diesen 5 pCt.[3]) bei Umbelliferenachsen-Elementen an.

Ich gebe zunächst die Tabelle wieder, welche ich in meiner oben angeführten Arbeit veröffentlicht habe. Hier ist die Querschnitts-(also Flächen-) Zunahme angegeben:

1) Jahrb. für wiss. Bot., Bd. II.
2) Beitr. zur Anat. der Inflorescenzachsen. Jahrb. des bot. Gart., Berlin 1887.
3) Auch KLEIN giebt im Durchschnitt 5 pCt. an.

| Bast (resp. Tracheïden) | Zunahme des lufttrockenen Querschnitts pCt. | Incrustirende Substanz[1]) pCt. |
|---|---|---|
| *Linum usitatissimum* . | 55,5 | 14,29 |
| *Cannabis sativa* . . . | 53,3 | 15,05 |
| *Phormium tenax* . . . | 34,6 | — |
| *Abies pectinata* . . . . | 14,8 | 42,0 |
| *Agave americana* . . . | 7,5 | 46,22 |
| *Cocos nucifera* . . . . | 1,02 | 58,4 |

Zum Vergleich mit den Umbelliferenzellen mussten lineare Ausdehnungen gemessen werden. Besonders leicht zu demonstriren ist die Quellung in der Querrichtung der Hanffaserzellen, weil hier die Messungen an einer einzigen grossen Bastzelle leicht anzustellen sind.

**Cannabis.**

| | trocken (in abs. Alkohol) Theilstr. | in Wasser | lineare Zunahme pCt. |
|---|---|---|---|
| a) Breite . . . . | 3 | 4 | $33^1/_3$ |
| Länge . . . . . | 54 | 54 | 0 |
| b) Breite . . . . | 4 | 5 | 25 |
| Länge . . . . . | 73 | 73 | 0 |

Bei meinen früheren Untersuchungen hatte ich mein Augenmerk besonders auf die Flächenzunahme des Querschnittes gerichtet. Nachdem ich meine damaligen Zeichnungen jetzt auf die Zunahme des Durchmessers von Neuem controllirt, ergab sich linear für *Linum* 25,5, für *Cannabis* 26 pCt. durchschnittliche Verbreiterung der Faser[2]).

Die lineare Zunahme in der Richtung senkrecht zu den Poren der verholzten Fasern der Umbelliferen-Doldenstiele durch Quellung beträgt durchschnittlich 5 pCt. (die von KLEIN bei *Tordylium* an-

1) Nach eigenen Bestimmungen; nur für *Abies* ist der von F. SCHULZE für *Pinus* ermittelte Werth eingesetzt.

2) Durch eine einfache Rechnung kann man sich überzeugen, dass einer linearen Verlängerung von 25 pCt. eine Flächenvergrösserung von 56 pCt. entspricht, vorausgesetzt, dass die Quellung nach zwei senkrechten Richtungen der Fläche gleich gross.

gegebene Grösse von 10,3 pCt. konnte nicht bestätigt werden, wohl aber die von demselben Autor angegebene Durchschnittszahl).

Dagegen findet sich bei den unverholzten resp. sehr schwach incrustirten Fasern von *Linum* und *Cannabis* 25 pCt. lineare Zunahme in derselben Richtung zum Porenverlauf.

Damit ist von Neuem die Abhängigkeit der Achse grösster Quellung von der Stellung der Poren (Verlauf der Micellarreihen) constatirt, andererseits aber auch bei gleichem Porenverlauf die grösste Abhängigkeit vom Incrustirungsgrade, wofür übrigens das noch zu erörternde Verhalten gebleichter Zellwände einen weiteren Belag bieten wird.

Wenn die Pflanze so bei den Umbelliferendolden Krümmungen hervorruft durch verschiedenartige Lagerung der Micelle in zwei Zellschichten und dadurch verursachtes verschiedenartiges Quellungsvermögen, so sind auch Fälle bekannt, wo Verholzung dasselbe leistet. Dafür liefern uns nämlich einige Grasblätter (*Macrochloa tenacissima* etc.) ein durch TSCHIRCH[1]) bekannt gewordenes Beispiel. Auf dem Querschnitt dieser Blätter legen sich in dem zusammenhängenden Bastbelag der Unterseite die verholzten Partien nach aussen an die Epidermis der Unterseite, die unverholzten nach innen. Das Oeffnen geschieht wie beim Metallthermometer in Folge stärkerer Ausdehnung des Innenbelags unverholzter Bastzellen durch Wasseraufnahme. Während bei den Umbelliferen - Doldenstrahlen die Krümmung (um eine zur Längsrichtung senkrechte Achse) durch Orientirung der Poren (Micelle) in gewissen Zellen erreicht wird, ist bei *Macrochloa* die Krümmung (um die Längsachse) durch „Verschiedenheit der Verholzung der Bastelemente begründet.

## Verhalten gebleichter Zellwände.

Es liegt hier die Frage nahe, wie sich dieselbe Faser verhält einmal im natürlichen Zustande, wenn sie stark incrustirt ist, andererseits nach Auslaugung der incrustirenden Substanzen durch den Bleichprocess.

Die Versuche wurden mit der stärkst verholzten Cocosnussfaser und mit Holzwolle aus Coniferenholz angestellt. Die Resultate sind in folgender Tabelle zusammengestellt. Die Lösung der incrustirenden Substanzen wurde durch ein Gemisch von chlorsaurem Kali mit Salzsäure, deren specifisches Gewicht 1,05 nicht übersteigt, meist aber bedeutend schwächer war. Nach zehntägiger Behandlung, Auswaschen mit warmem, ganz schwachem Ammoniakwasser und

1) Beitr. zu der Anat. und dem Einrollmechanismus einiger Grasblätter. PRINGSHEIM's Jahrb., Bd. XIII, 1882.

reinem Wasser[1]) zeigte die Faser keine Holzreaction mehr mit Phloroglucin und Salzsäure. Das Quellen im Wasser erreicht erst nach ca. 1 Stunde sein Ende.

**Cocos nucifera.**

I. Rohe Faser.

Querdurchmesser eines Faserbündels.

| Nummer | In Alkohol abs. Theilstr. | In Wasser Theilstr. | Procentuale Zunahme |
|---|---|---|---|
| 1. | 40 | 41 | 2,5 |
| 2. | 91 | 95 | 4,4 |
| 3. | 67 | 68,5 | 2,1 |
| 4. | 58 | 59 | 1,7 |
| | | Mittel . . . | **2,7** pCt. |

II. Gebleichte Faser.

Querdurchmesser eines Faserbündels.

| Nummer | In Alkohol abs. Theilstr. | In Wasser Theilstr. | Procentuale Zunahme |
|---|---|---|---|
| 1. | 64 | 70 | 9,4 |
| 2. | 78,5 | 90 | 14,6 |
| 3. | 56 | 65 | 16,0 |
| 4. | 42 | 48 | 14,2 |
| 5. | 68 | 78 | 14,7 |
| 6. | 61 | 71 | 16,4 |
| 7.[2]) | 34 | 41 | 20,6 |
| | | Mittel . . . | **15,1** pCt. |

**(Holzwolle feine).**

I. Rohe Faser (mit Phloroglucin + HCl roth).

Breite des flachen Bandes (radialer Stammschnitt).

| Lfd. Nr. | in Alkohol abs. | in Wasser | Zunahme pCt. |
|---|---|---|---|
| 1 | 20 | 22 | 10 |
| 2 | 44 | 50 | 13,4 |
| 3 | 47 | 51½ | 9,6 |
| | | Mittel . . . | **11,0** |

1) Dieses Auswaschen ist absolut nöthig zur Entfernung der Incrustation.

2) Letztere Faser hatte mehrere Wochen gebleicht, die übrigen nur 1½ Woche.

II. Gebleichte Faser (mit Phloroglucin + HCl nur an dickeren Stücken noch Rothfärbung).

Breite des flachen Bandes (radial).

| Lfd. Nr. | in Alkohol abs. | in Wasser | Zunahme pCt. |
|---|---|---|---|
| 1 | 21 | 25 | 19,0 |
| 2 | 45 | $52^1/_2$ | 16,7 |
| | | Mittel . . . | $\frac{35,7}{2} = $ **17,85** |

Durch das Entfernen der incrustirenden Substanzen wurde bei Cocosfaser die Quellungsfähigkeit von 2,7 pCt. auf 15,1 pCt., bei Holzwolle von 11,0 pCt. auf 17,85 pCt. erhöht.

Ich glaube nicht nöthig zu haben, diesen Zahlen weitere Erläuterungen hinzuzufügen, sie beweisen im Gegensatz zu SCHELLENBERG nach meiner Ansicht klar, dass die Verholzung[1]) der Membranen in untrennbarem Zusammenhang mit der Quellungsfähigkeit derselben steht und dass die geringe Quellbarkeit vieler Membranen von ihrer Verholzung herrührt.

Es sei hier noch bemerkt, dass ein Controllversuch mit gebleichtem Hanf keine Steigerung der Quellungsfähigkeit zeigte, dieselbe betrug nach 14tägiger Bleichung 24,4 pCt., also ebenso viel wie bei der ungebleichten Faser.

## Festigkeit.

### Frühjahrs- und Herbstholz.

Will man den Einfluss der Verholzung auf die Festigkeit der Zellwände untersuchen, so muss man alle übrigen Factoren, welche das Tragvermögen beeinflussen, in Rechnung ziehen oder, falls das nicht geht, dafür sorgen, dass dieselben überall in gleicher Grösse auftreten. Dass die Verholzung als alleiniger Factor in Betracht käme, bei der Verminderung des Tragvermögens, ist von mir nie behauptet worden, ich habe vielmehr schon in meiner früheren Arbeit beim Coniferenholze die Wirkung der Poren (Tüpfel) nachgewiesen, welche durch die Verschiedenheit ihrer Grösse und Zahl das Tragvermögen auf die Hälfte und mehr herabsetzen können. So zeigt:

1) Dieselbe wird charakterisirt durch das Vorhandensein der durch den Bleichprocess ausziehbaren Stoffe.

Herbstholz mit kleinen Poren von

| *Pinus silvestris* | *Abies pectinata* |
| --- | --- |
| F = 35,6 | F = 32,6 |
| F = 50,4 | F = 49,1 |
| F = 50,9 | F = 54,9 |
| F = 45,5 | Durchschnitt = 45,5 |
| F = 44,6 | |
| Durchschnitt = 45,4 | |

Frühjahrsholz mit vielen grossen Poren:

| *Pinus silvestris* | *Abies pectinata* |
| --- | --- |
| F = 19,8 | F = 20,0 |
| F = 19,5 | — |
| Durchschnitt = 19,65 | F = 20,0 |

SCHELLENBERG hat bei der Querschnittsbestimmung zwar die verschiedene Dick- resp. Dünnwandigkeit berücksichtigt, aber nicht die Schwächung der Zellwände des Frühjahrs- und Sommerholzes durch die Poren.

Bei gleich starker Verholzung zeigen sich eben die Herbsttracheïden ungefähr doppelt so zugfest als die Frühjahrstracheïden, wie ich schon früher nachgewiesen, aber nicht aus Gründen des zum Aufbau verwendeten Materials, sondern aus Gründen der Construction der Zellwände.

Daraus ergiebt sich, dass Zahlen, welche die Unterscheidung von Frühjahrs- und Herbstholz unterlassen, überhaupt unbrauchbar sind, um den Einfluss der Verholzung festzustellen.

So lange nicht der Antheil von Frühjahrs-, Sommer- und Herbstholz bei allen Versuchen derselbe ist, was offenbar[1]) nicht der Fall war, kann das constatirte geringe Tragvermögen bei *Pinus*, *Picea* und *Larix* einfach durch Ueberwiegen von Frühjahrs- und Sommerholz bei den untersuchten Streifen verursacht sein. Alle an diese Zahlen geknüpften Schlüsse sind also, was den Einfluss der Verholzung betrifft, hinfällig, im Besonderen der Schluss, „dass die Festigkeit einer Membran unabhängig von ihrer Verholzung ist.“ Wenn also SCHELLENBERG sagt (S. 243): „Aus meinen Zahlen geht deutlich hervor, dass die Grösse der Festigkeit unabhängig ist von dem Grad der Verholzung“, so hat er in sofern recht, als für die untersuchten Zellmembranen die Festigkeit in erster Linie abhängig von der Grösse und Vertheilung der Poren ist.

Hat man jedoch zwei Zellmembranen von annähernd gleichem Bau, dann kann der Einfluss des Factors der Verholzung deutlich werden, und dann zeigt sich eine Schwächung der Festigkeit, wie

1) Bei SCHELLENBERG's Versuchen.

das bei den übereinstimmend gebauten mechanischen Zellen der Faserstoffe zu constatiren ist. Hierauf soll im Folgenden noch etwas näher eingegangen werden.

## Einfluss der Zellconstruction und des Zellverbandes.

Um nun den Umstand der Schwächung der Zellwände durch die grossen behöften Poren zu vermeiden, wurde nur Herbstholz der Arten *Pinus silvestris*, *Larix decidua* und *Picea excelsa* einer Prüfung auf Festigkeit unterzogen [1]). Für *Abies pectinata* werden die schon früher von mir gefundenen Zahlen gegeben werden.

Die Resultate waren folgende:

| *Abies pectinata* | *Pinus silvestris* |
|---|---|
| 1. F = 32,6 | 1. F = 45,5 |
| 2. F = 49,1 | 2. F = 44,6 |
| 3. F = 54,9 | [2]) 3. F = 35,6 |
| Durchschnitt = **45,5** | [2]) 4. F = 50,4 |
| | [2]) 5. F = 50,9 |
| | Durchschnitt = **45,4** |

| *Larix decidua* | *Picea excelsa* |
|---|---|
| 1. F = 27,0 | 1. F = 18,2 |
| 2. F = 25,6 | 2. F = 25,4 |
| 3. F = 35,1 | 3. F = 24,2 |
| 4. F = 24,0 | Durchschnitt = **22,6** |
| 5. F = 27,0 | |
| 6. F = 22,1 | |
| Durchschnitt = **26,8** | |

Zum Vergleich seien hier die von SCHELLENBERG gefundenen Zahlen gegeben:

| | |
|---|---|
| *Abies pectinata* . . . . . . | 32 315 *kg* |
| *Pinus silvestris* . . . . . . | 13 755 „ |
| *Larix decidua* . . . . . . | 18 945 „ |
| *Picea excelsa* . . . . . . . | 18 424 „ |

Es ergiebt sich also bei Unterscheidung von Herbstholz [3]) und Frühjahrsholz ein ganz anderes Bild, als es die SCHELLENBERG'schen Zahlen zeigen. Allerdings wurde die erwartete Uebereinstimmung nur bei *Abies* und *Pinus* gefunden, während *Larix* und *Picea* starke Schwächung zeigten, deren Gründe noch zu suchen waren und später aus einander gesetzt werden sollen.

Was zunächst *Abies* und *Pinus* anbetrifft, so stimmen sie in den meisten Factoren, welche Einfluss auf den Festigkeitsgrad haben,

1) Nach der bekannten Methode (cfr. Landw. Jahrb. 1892, S. 844) des Einspannens in Klemmschrauben, Belastens mit Gewichten resp. Schrot bis zum Bruch und Zeichnens des Querschnittes mittelst Camera auf Carton, der ausgeschnitten und gewogen wird.

2) Nach früheren Bestimmungen cfr. Landw. Jahrb. 21, S. 854.

3) Richtiger wohl Sommerholz nach RUSSOW.

überein. Die Verholzung (Gehalt an incrustirenden Substanzen) ist auch nach der Analyse bei beiden annähernd dieselbe[1]). Die Quellungsfähigkeit des Herbstholzes, welche in Folge ihrer Abhängigkeit von der Verholzung einen Gradmesser für dieselbe abgeben dürfte, ist von mir in mehrfachen Versuchen für die genannten Arten bestimmt worden; sie sind in Anbetracht der schwierigen und mit Fehlern behafteten Methode des Zeichnens auf Cartonpapier, des Ausschneidens und Wiegens von ziemlicher Uebereinstimmung für *Pinus*, *Abies* und *Larix*. Nur *Picea* zeigt bedeutende Abweichung.

| | Gewicht des Cartons, gezeichnet trocken in abs. Alk. | Gewicht des Cartons, gezeichnet in Wasser | Zunahme des Querschnitts |
|---|---|---|---|
| *Picea* . . . . . | 0,74 *g* | 0,79 *g* | 6,7 pCt. |
| | 0,59 „ | 0,61 „ | 3,4 „ |
| | | | Durchschn. **5,05** pCt. |
| *Larix* . . . . . | 1,10 *g* | 1,20 *g* | 9,1 pCt |
| | 0,80 „ | 0,93 „ | 16,2 „ |
| | | | Durchschn. **12,65** pCt. |
| *Pinus* . . . . . | 0,37 *g* | 0,42 *g* | 13,5 pCt. |
| | 0,80 „ | 0,925 „ | 15,5 „ |
| | | | Durchschn. **14,5** pCt. |
| *Abies* . . . . . | 0,58 *g* | 0,63 *g* | 7,8 pCt. |
| | 0,47 „ | 0,52 „ | 10,64 „ |
| | 0,135 „ | 0,155 „ | 14,8 „ |
| | | | Durchschn. **11,08** pCt. |

Aus der geringen Quellungsfähigkeit würde sich ergeben, dass bei *Picea* eine stärkere Verholzung vorhanden ist. Der stärkere Grad von Incrustation bei *Picea* ist auch in der That mikrochemisch leicht nachweisbar. Phloroglucin und Salzsäure lassen hier an dünnen Schnitten eine sehr starke Mittellamelle oder Mittellamelle und angrenzende äusserste Zellschichten hervortreten (Fig. 2), während bei *Pinus* sich nur ein linienförmiges Netz von stärker gefärbten Mittellamellen ergiebt (Fig. 1). Wie *Pinus* verhalten sich auch *Larix* und *Abies*. Während aber *Pinus* und *Abies* im Herbstholze sehr selten Intercellularräume zeigen, finden sich dieselben bei *Picea* und *Larix* in grosser Zahl. Bei *Larix* kann man oft auf dem Querschnitt Tracheïden finden, die in jeder Ecke ihres polygonalen Querschnittes Lücken zeigen. Dass durch eine grosse Zahl solcher Lücken das Gefüge der Zellen gelockert wird, ist wohl klar. Die Möglichkeït der Trennung der Zellen aus ihrem Verbande ist dadurch gegeben

1) Stackmann, Studien über die Zusammensetzung des Holzes. Dorpat, 1878, Diss. angeführt von Wieler, Landw. Vers.-Station 32, S. 350.

resp. erleichtert. Man kann auch an den Zerreissungsstellen ein solches Herausziehen einzelner Tracheïden aus dem Verbande fast stets beobachten, wenn auch die Mehrzahl schliesslich quer durchgerissen erscheint. Dass die Verschmelzung oder Verkittung der einzelnen mechanischen Elemente bei Untersuchungen der Festigkeit stets zu beachten ist, zeigt z. B der Bast von *Daphne Mezereum*, welcher in Folge des Lösens der Bastelemente von einander nur geringes Tragvermögen hat. Wir kommen also zu dem Resultate, dass das Herbstholz von *Picea* in seinem Tragvermögen (22,6) durch starke Verholzung und Intercellularen, das von *Larix* (26,8) nur durch Intercellularen geschwächt wird im Vergleich zu *Pinus* (45,4) und *Abies* (45,5).

Eine Verschiedenheit in der Grösse und Vertheilung der Poren, welche ebenfalls von Einfluss sein könnte, ist bei *Picea*, *Abies* und *Larix* nicht zu beobachten. Dagegen zeigt *Pinus* in dieser Hinsicht ein interessantes Verhalten. Diejenigen Poren nämlich, welche hier zu Markstrahlen führen, sind ganz besonders gross, nach mikrometrischen Messungen über doppelt so gross und vor Allem auch breiter wie bei *Abies, Larix* und *Picea*[1]). (5 : 2, Fig. 3). Um die damit verbundene Schwächung der Zellwand wieder auszugleichen, ist aber dieselbe hier ausserordentlich verdickt, fast bis zum Verschwinden des Lumens an vielen Stellen. Diese spindelförmigen Verdickungen im Herbstholze sind so charakteristisch, dass sie ein ausgezeichnetes Unterscheidungsmerkmal des Kiefernholzes von dem Holze der anderen genannten Coniferen bildet; man kann das Kiefernholz ebenso gut daran erkennen, als an den zackenartigen Vorsprüngen der sogen. Quertracheïden. Nur *Larix* zeigt mitunter ebenfalls ganz schwache Andeutungen ähnlicher Verdickungen, jedoch sind dieselben kaum bemerkbar.

Nach alledem tritt also auch hier der Einfluss der Verholzung deutlich hervor, wenn man nur alle wirksamen Factoren gehörig berücksichtigt, nämlich Material, Bau der Zellwände (Poren) und Verkittung oder Zusammenhang der Zellen. Das Material der Zellwände wird in allen untersuchten Fällen durch die Incrustation minderwerthig für Festigungszwecke. Für andere Aufgaben des pflanzlichen Organismus mag die Verholzung Vortheile bringen, die sich aus der verminderten Quellungsfähigkeit der Membranen ergeben. Ich denke da an die Beobachtungen, welche man mitunter über den Wassergehalt der Bäume im Winter gemacht hat[2]). Die Zweige von Laubhölzern zeigten z. B. in Folge der langen trockenen und kalten Witterung des Winters 1890/91 einen bedeutend geringeren Wasser-

1) Bei *Picea* am kleinsten.
2) R. Hartig, Forstl. naturw. Ztg. 1892 S. 85—88.

gehalt als im folgenden Frühjahre. In viel höherem Masse soll dies nach HARTIG's Angaben noch bei den Nadelhölzern der Fall sein. Eine ganze Reihe von Beobachtungen werden mitgetheilt, in denen Kiefernzweige im Winter vertrocknet sind, weil sie den bei Erwärmung gesteigerten Transpirationsverlust aus dem Stamme und dem gefrorenen Boden nicht zu ersetzen vermochten.

Bei so starkem Wassermangel könnte nun sicher ein Reissen des Holzkörpers eintreten, wie wir es an Holzscheiben von Stämmen beim Trocknen derselben beobachten, wodurch natürlich eine starke Schädigung des Stammes hervorgerufen würde. Für gewöhnlich dürften wohl die Schwankungen des Wassergehaltes der lebenden Bäume nur geringe sein, in den oben angeführten Ausnahmefällen würde aber sicher verminderte Quellungsfähigkeit resp. vermindertes Vermögen zu schwinden von Nutzen für den Organismus der Pflanze sein.

---

**Erklärung der Abbildungen.**

Für sämmtliche Figuren Vergr. 500.

Fig. I. Querschnitt von Herbsttracheïden von *Pinus silvestris* mit linienförmiger Mittellamelle.
„ II. Dieselben Zellen von *Picea excelsa* mit starker Mittellamelle resp. Verholzungsschichten.
„ III Spindelförmige Wandverdickungen von Tracheïden von *Pinus* an der Berührungsstelle mit Markstrahlen.
„ IV. Dieselben Zellen von *Abies pectinata*. (Zum Vergleich).

## 19. Hans Molisch: Ueber ein neues, einen carminrothen Farbstoff erzeugendes Chromogen bei Schenckia blumenaviana K. Sch.

Eingegangen am 13. März 1901.

*Schenckia blumenaviana* K. Sch. ist eine in Brasilien bei Blumenau in der Provinz S. Catharina vorkommende Rubiacee aus der Abtheilung Cinchonoideae-Cinchoninae-Rondeletiae. Ich hatte Gelegenheit diese Pflanze längere Zeit im Gewächshause meines Instituts zu beobachten. Ihre Blätter erscheinen dunkelgrün ohne jede Spur eines rothen Farbstoffs. Stirbt aber ein Stengel oder ein Blatt im Gewächshause langsam ab, so färben sich beide roth. Auch wenn

man ein Blatt quetscht oder mit einem Fingernagel zerschlitzt, so tritt nach 1—2 Tagen Rothfärbung an der Wundstelle ein.

Hierdurch aufmerksam gemacht, unterzog ich die Pflanze einer mikroskopischen Untersuchung und fand, dass in der lebenden Pflanze auch nicht eine Spur des carminrothen Farbstoffs vorhanden ist, und dass derselbe erst postmortal entsteht.

Am besten konnte ich den Farbstoff in der Pflanze in folgender Weise erzeugen.

Ein cylindrisches Glasgefäss mit eingeriebenem Glasstöpsel wird mit einem frisch abgeschnittenen belaubten Spross von *Schenckia* beschickt und ausserdem eine zur Hälfte mit Chloroform gefüllte kurze Eprouvette eingestellt. Das Chloroform verdampft, es bildet sich alsbald eine Chloroform-Atmosphäre, die den Zweig nach einiger Zeit tödtet.

Schon nach $1^1/_4$ Stunden sieht man an den jungen Blättern die Spreite in der nächsten Umgebung des Hauptgeäders roth werden. Nach 3 Stunden färben sich die jungen Blätter schon fast in ihrer ganzen Ausdehnung roth, während die alten Blätter zunächst noch schwach geröthet erscheinen. Nach etwa 6 Stunden hat sich die Röthung über alle Blätter verbreitet, hat auch den Stengel ergriffen und nun sieht die Pflanze so aus, als ob sie von Anthocyan gefärbt wäre. Nach 24 Stunden ist der Zweig völlig abgestorben und die Röthung hat ihren höchsten Grad erreicht. Legt man nunmehr den gerötheten Zweig in absoluten Alkohol, so wird das Chlorophyll ausgezogen und man erhält, namentlich wenn man den Spross nach der Beseitigung des Blattgrüns in farblosen Alkohol überträgt, ein prachtvolles Dauerpräparat, dass die Vertheilung des carminrothen Farbstoffes über alle Theile desselben in höchst instructiver Weise anzeigt. — Eine besonders schöne, prachtvoll carminrothe Farbe weist die Wurzel in Chloroformdampf auf.

Wird ein lebender Zweig in 20procentigen Alkohol eingetaucht, so entsteht gleichfalls in dem Gewebe der Farbstoff, und die Flüssigkeit fluorescirt im auffallenden Lichte schön blau. Eine solche fluorescirende Lösung resultirt auch bei Behandlung der Blätter mit einprocentiger Schwefelsäure, Essigsäure, ferner bei Extraction mit heissem Wasser. Kalilauge und Ammoniak bringen die Fluorescenz zum Verschwinden.

Da *Schenckia* ebenso wie *Cinchona* zu den Rubiaceen gehört und da Lösungen der Chininsalze, welche bekanntlich aus *Cinchona* gewonnen werden, sich gleichfalls durch blaue Fluorescenz auszeichnen, so liegt der Gedanke nahe zu prüfen, ob hier nicht die blaue Fluorescenz durch eine Chinin- oder eine dieser nahestehenden Verbindung hervorgerufen wird. Mir war es nicht möglich diese Frage zu lösen, da das mir zur Verfügung stehende Pflanzenmaterial zu spärlich war.

Aehnlich wie Chloroformdampf wirkt Alkoholdampf, in Ammoniakdampf hingegen bleibt die Pflanze schön grün, der rothe Farbstoff bildet sich hier nicht.

Das den rothen Farbstoff liefernde Chromogen lässt sich in folgender Weise aus der Pflanze extrahiren und ausserhalb derselben in rothen Farbstoff überführen.

Man bringt frische Blätter in die Kugel eines Scheidetrichters, füllt denselben dann mit ausgekochtem und abgekühlten Wasser, so dass die Luft verdrängt wird, schliesst dann von Luft ab und giebt das Ganze in einen Wärmkasten von 27°. Unter diesen Umständen ersticken die Blätter innerhalb 24 Stunden, und man erhält ein blau fluorescirendes Extract, welches sich nach und nach in Folge der Bildung des rothen Farbstoffs an der Luft carminroth färbt.

Ein solcher Auszug wird auch bei Behandlung der Blätter mit 20procentigem wässerigen Alkohol erhalten. Das Extract wird nach mehreren Tagen carminroth und fluorescirt orangeroth ähnlich wie Phycoerythrin.

Auffallend ist, dass das frische Blatt, wofern es durch siedendes Wasser oder durch heissen absoluten Alkohol abgetödtet wird, zwar eine blau fluorescirende Lösung liefert, aber keinen rothen Farbstoff. Es scheint dies darauf hinzudeuten, dass das Chromogen des lebenden Blattes entweder durch die Siedehitze zerstört wird oder dass im Blatte neben dem Chromogen ein fermentartiger Körper vorkommt, der die Ueberführung des Chromogens in die rothe Verbindung vermittelt, dass aber die Ueberführung unterbleibt, wenn das Ferment durch hohe Temperatur zerstört wird.

Zur Entstehung des rothen Farbstoffes ist freier Sauerstoff nicht nöthig. Sprosse, welche bei 27° in reinem feuchten Wasserstoff verweilen, sterben in Folge des fehlenden freien Sauerstoffs innerhalb 24 Stunden ab[1]), färben sich aber dabei schön roth.

Eine bestimmte Localisirung des rothen Farbstoffs kann in den

---

1) Schon gelegentlich meiner Studien über das Indican (Botanische Beobachtungen auf Java. I. Abtheilung: „Ueber die sogenannte Indigogährung und neue Indigopflanzen“, Sitzungsberichte der kais. Wiener Akademie, Bd. CVII, Abth. I. Juli 1898, S. 755 bezw. 9 des Sonderabdruckes, bemerkte ich, dass das relativ rasche Absterben der Blätter und anderer Pflanzentheile in sauerstofffreiem Raume eine weit verbreitete Erscheinung ist und durchaus nicht bloss auf die Indigopflanzen beschränkt ist. Die Zeit, innerhalb welcher die Organe höherer Pflanzen durch intramoleculare Athmung ihr Leben erhalten können, wird, abgesehen von gewissen Früchten, z. B. Weintrauben, zumeist bedeutend überschätzt, auch bei Keimlingen, denn ich habe mich durch zahlreiche Versuchsreihen mit Erbsen-, Mais-, Bohnen-, Sonnenrosen-Keimlingen überzeugt, dass diese bei günstiger Temperatur (29° C.) innerhalb 1—2 Tagen in ihren wachsenden Theilen bei Abschluss von freiem Sauerstoff absterben, häufig sogar noch früher.

Organen nicht nachgewiesen werden. Er findet sich sowohl in der Wurzel, dem Blatt, dem Stamm als auch in der Blüthe und tingirt nicht bloss den Inhalt der Zelle sondern auch deren Wand. Ob auch das Chromogen bereits diese gleichmässige Vertheilung zeigt, bleibt zweifelhaft.

Ueber die Natur des Farbstoffes vermag ich nichts Bestimmtes auszusagen, doch lässt sich aus dem Angeführten entnehmen, dass das Chromogen nicht Rubian (Ruberythrinsäure) ist und dass der rothe Farbstoff weder mit Alizarin noch mit Purpurin, noch mit einem anderen derzeit bekannten rothen Pflanzenfarbstoff (Anthokyan, Phycoerythrin etc.) zu identificiren ist.

Seine chemische Natur zu erforschen wird erst gelingen, wenn mehr Material zur Verfügung stehen wird. Ich besitze solches nicht und muss mich daher vorläufig bescheiden, die Aufmerksamkeit der Botaniker und Chemiker auf das auffallende Chromogen der *Schenckia* zu lenken.

Pflanzenphysiologisches Institut der k. k. deutschen Universität in Prag.

---

## 20. F. Brand: Bemerkungen über Grenzzellen und über spontan rothe Inhaltskörper der Cyanophyceen.

Eingegangen am 14. März 1901.

Während man vor einigen Jahrzehnten noch der Meinung war, dass Exsiccate von Cyanophyceen durch Aufweichen so vollständig reconstruirt würden, dass sie sich von frischem Materiale kaum unterscheiden liessen, hat eingehendere Beobachtung mit den mittlerweile auch noch mehr verbesserten Mikroskopen eines anderen belehrt und gezeigt, dass mancherlei feinere Unterschiede der Farbe, Form und des Lichtbrechungsvermögens an den durch Eintrocknen oder auch durch Conservirungsflüssigkeiten getödteten Blaualgen oft unwiederbringlich verloren gehen.

Da nun gerade bei dieser Algengruppe bisweilen äusserlich ähnliche und doch ihrem Wesen nach sehr verschiedene Arten und selbst Gattungen in enger Gesellschaft leben, ist jedes und selbst das kleinste Unterscheidungsmerkmal von grösstem Werth und zur Vermeidung von Täuschungen oft unentbehrlich. Verfasser dieses hat sich deshalb zur Regel gemacht, bei Beobachtung biologischer

Verhältnisse und bei Prüfung des genetischen Zusammenhanges zweifelhafter Formen in erster Linie, und wo möglich ausschliesslich, nur frisches Material zu bearbeiten. In solcher Weise haben die letzten Jahre verschiedene Ergebnisse geliefert, welche, soweit sie von vorwiegend morphologisch-systematischer Bedeutung sind, bei einer Besprechung der betreffenden Arten verwerthet werden sollen. In Folgendem möchte ich nur einige Punkte berühren, welche von allgemeinerem Interesse sein könnten.

## Grenzzellen.

Die Grenzzellen der Nostocaceen werden als inhaltsarm oder „mit wässerigem Inhalte“ versehen dargestellt und ihre Bedeutung wird lediglich auf die Abzweigung der Scheinäste und auf die Theilungsvermehrung dieser Algen bezogen. Als Vermehrungsorgane dieser Pflanzengruppen werden, abgesehen von den Hormogonien, nur „Sporen oder Dauerzellen“ angeführt. Letztere sollen bei den meisten *Nostoc*-Arten vorkommen, bei *Nostoc commune* aber noch nicht gefunden worden sein. Dieser Umstand war mir sehr auffallend, da die genannte Art auch an relativ trockenen Oertlichkeiten bei feuchter Witterung oft massenhaft auftritt, um dann wieder für längere Zeit zu verschwinden und deshalb besondere Organe der Erhaltung und Wiedervermehrung dringender zu bedürfen scheint, als andere an permanent feuchten Standorten vegetirende Species. Ich habe deshalb jede Gelegenheit benutzt, um zu allen Jahreszeiten nach solchen Organen zu suchen.

In Bezug auf ihren ursprünglichen Zweck waren meine Bemühungen jedoch vergeblich. Es fanden sich zwar erheblich vergrösserte Zellen, welche erst durch Längstheilung und später durch die normale Quertheilung wieder die gewöhnlichen moniliformen Fäden entstehen liessen; diese grossen Zellen besassen aber keine verdickte Membran, sondern waren sogar auffallend weich und vulnerabel und konnten somit nicht als Dauerzellen in Sinne der Autoren aufgefasst werden, wie ich an anderer Stelle des Näheren auszuführen gedenke.

Dagegen fanden sich zwei andere höchst bemerkenswerthe Verhältnisse. Erstens zeigten sich im Lager der Alge nebst den gewöhnlichen vegetativen, 4,5—5,5 $\mu$ dicken, mit olivengrünem, körnigen Inhalt versehenen Zellen auch Fäden, deren durchgängig kleinere (nur 3,5 — 4 $\mu$ dicke) Zellen sehr zarte Conturen und einen mehr in's Graue spielenden, fast ganz homogenen Inhalt besassen, dessen Farbe an jene der Heterocysten erinnerte (Fig. 1). Mit dem Gedanken, hier nach KÜTZING'schen Principien sofort die Beigesellung

einer zweiten Art anzunehmen, konnte ich mich nicht befreunden und beschloss, dieser Sache weiter nachzugehen. In dieser Absicht wurde ich ferner noch bestärkt durch die Auffindung einer Grenzzelle, deren Membran sich in zwei Hälften gespalten hatte und einen soliden Inhalt zu Tage treten liess (Fig. 2). Durch fortgesetzte Beobachtung eines mir bequem gelegenen Standortes, an welchem die Alge nach jedem Regen erschien und auch während eines milden Winters ausdauerte, kam ich dann zu folgenden Resultaten:

In den äusseren Schichten der Colonien von *Nostoc commune*, welche der Luft und zeitweise der Insolation ausgesetzt sind und in Folge dessen von zäher, gelb gefärbter Gallerte umhüllt und deren Fäden in distincte Specialhüllen eingeschlossen sind, findet man nebst entleerten und verschrumpften auch eine Anzahl wohl erhaltener Heterocysten. Die starre Membran der letzteren zerspringt bei Eintritt von Regenwetter dann öfters in zwei (Fig. 2) oder mehrere

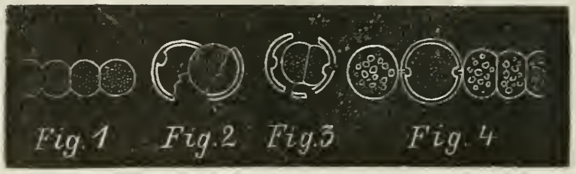



Fig. 1. *Nostoc commune*, junges Fadenstück, welches aus einer Grenzzelle entstanden ist. Fig. 2. Desgl.: Grenzzelle, deren Inhalt durch Zerspringen der Membran frei wird. Fig. 3. Desgl.: wie 2, mit Theilung des Inhaltes. Fig. 4. Desgl.: Grenzzelle, in Plasmaverbindung mit älteren vegetativen Zellen. Die linke Verbindung ist mechanisch gedehnt.

Sämmtliche Figuren sind ca. 1100 mal vergrössert: in Fig. 1 ist das Minimum, in Fig. 2 und 3 das Maximum der etwas variablen Grösse gezeichnet.

(Fig. 3) Stücke und lässt den fast ganz homogen aussehenden, zwar wenig gefärbten[1]), aber durchaus nicht wässerigen, sondern elastisch consistenten, kugelrunden Inhalt austreten. Die Theilstücke der Membran lassen nur eine kurze Zeit lang nach der Sprengung ihre Abkunft von einer Grenzzelle noch deutlich erkennen. Später, und vielleicht bisweilen auch von vornherein, erscheinen sie aber nur als unregelmässige, verschrumpfte Lappen. Der Inhalt, an welchem zunächst noch keine Membran erkennbar ist, theilt sich bald — in vereinzelten Fällen schon vor seinem Austritte (Fig. 3) — in zwei Hälften. Durch Wiederholung dieser Quertheilung entstehen dann die vorerwähnten dünneren Fäden. Mit dem weiteren Wachsthum

1) Bisweilen und zwar unmittelbar nach der Befeuchtung sieht man in der grauen Masse vorübergehend schwach röthliche Inhaltsbestandtheile.

dieser letzteren nimmt der Umfang ihrer Zellen zu, ihre Conturen werden kräftiger, ihr Inhalt wird grüner und körniger, bis sie schliesslich das Aussehen der gewöhnlichen *Nostoc*-Fäden erlangt haben. Solche jungen Fäden findet man vorwiegend in jenen Partien der Alge, an welchen durch Aufliegen auf dem feuchten Boden sich die Gallerte erweicht hat.

Ein Unterschied in der Farbe zwischen den vegetativen Zellen der Mutterfäden einerseits und den Heterocysten sowie den aus denselben hervorgegangenen jungen Fäden anderseits ist nicht nur im natürlichen Zustande der Alge vorhanden, sondern ein solcher zeigt sich auch bei künstlicher Tinction. An cultivirtem Materiale, welches noch lebend zu sein schien, trat durch Färbung mit Methylenblau der Centralkörper der alten vegetativen Zellen deutlich hervor; der Inhalt der Grenzzellen und ihrer Derivate färbte sich aber bei kurzer Einwirkung des Farbstoffes im Ganzen gleichmässig dunkelblau. Das Methylenblau wird aber in erster Linie von der Gallerte sehr lebhaft angenommen, so dass man die Objecte stark quetschen muss, um klare Bilder zu erhalten. Wenn nicht Darstellung des Centralkörpers beabsichtigt wird, sind deshalb andere, die Gallerte nicht verändernde Farbstoffe, wie z. B. Eosin, bequemer. Dieser Stoff färbt bei k u r z e r Einwirkung auf frisches Material die alten vegetativen Zellen fast gar nicht, dagegen schnell und deutlich den Inhalt der Grenzzellen sowie der aus ihnen entstandenen jüngeren Zellen, falls dieselben nicht allzu dicht in Gallerte eingeschlossen sind.

Nicht alle Heterocysten werden gesprengt; einen Theil derselben sieht man wohl erhalten in deutlicher Plasmaverbindung mit den benachbarten vegetativen Zellen stehend (Fig. 4). Letztere haben dann in der Regel ein frisches Aussehen, während andere, von Heterocysten entfernte Fadenabschnitte oft entfärbt oder sogar etwas geschrumpft sind. Ferner findet man zwischen kräftig gefärbten und in lebhafter Theilung begriffenen vegetativen Zellen oft in allen Stadien der Verschrumpfung befindliche Grenzzellen.

Aus den geschilderten Thatsachen scheint mir Folgendes hervorzugehen:

1. Dass die Annahme eines stoffarmen wässerigen Inhaltes der Grenzzellen, wenigstens in Bezug auf *Nostoc commune*, auf einer durch die schwache natürliche Färbung dieser Gebilde hervorgerufenen Täuschung beruht.

2. Dass das Plasma der Heterocysten von *Nostoc commune* einerseits direct zu vegetativen Fäden auswachsen, in anderen Fällen aber in die benachbarten vegetativen Zellen übergehen kann, um dieselben, wenn sie durch Vertrocknung u. s. f. Noth gelitten haben, zu neuer Thätigkeit zu befähigen.

Aehnliche Beobachtungen habe ich auch an Scytonemeen gemacht. Es haben sich nämlich bei Angehörigen dieser Gruppe öfters nicht nur überzählige Aeste gefunden, welche aus Heterocysten ausgekeimt zu sein schienen, sondern auch mehr oder weniger entleerte Grenzzellen, deren Plasma allem Anscheine nach in die anstossenden vegetativen Zellen übergegangen war. Da meine Präparate nach dieser Richtung jedoch nicht alle wünschenswerthe Klarheit gewähren, möchte ich mich hier unter Vermeidung allgemeiner und besonders phylogenetischer Betrachtungen auf obige Darstellung der öfters wiederholt und sicher an *Nostoc commune* gemachten Beobachtungen beschränken. Letztere haben nebstdem den Vorzug, dass sie an dieser verbreiteten Alge nach jedem Regen unschwer wiederholt werden können.

## Rothe Körner.

Der so schwer zu beurtheilende Zellinhalt der Cyanophyceen hat bekanntlich schon Anlass zu sehr weit aus einander gehenden Meinungsverschiedenheiten gegeben. Das Thema complicirte sich noch mehr, als die Aufmerksamkeit einiger Beobachter von gewissen röthlich gefärbten Inhaltskörpern in Anspruch genommen wurde, welche zeitweise und zwar hauptsächlich bei den Wasserblüthe bildenden Angehörigen dieser Gruppe auftreten. Es ist dann die Hypothese aufgetaucht, dass diese natürliche Rothfärbung durch Ansammlung eines hypothetischen Gases — welches weder reiner Sauerstoff, noch Kohlensäure[1]), also weder Assimilations- noch Respirationsproduct sein sollte — in hypothetischen vacuolenähnlichen Organen entstehe.

Nachdem sich aber gezeigt hatte, dass der Aufenthalt im Vacuum auf die rothen Körper „von keinem oder von geringem Einflusse" war[2]), schien mir durch diesen Urtheilsspruch der Physik der Gashypothese aller Boden entzogen zu sein. Daher war von vornherein zu erwarten, dass auch der zur Isolirung des hypothetischen Gases gebaute Apparat[3]) kein Ergebniss liefern werde. In der That hat man in den mittlerweile verflossenen 5 Jahren noch nichts von seiner Thätigkeit vernommen.

Im verflossenen Sommer hatte ich die Absicht, Untersuchungen bezüglich der rothen Körper zu machen. Das Jahr erwies sich aber als sehr ungünstig, indem in hiesiger Gegend sämmtliche Gewässer ganz aussergewöhnlich arm an Phytoplankton waren. Immerhin habe

1) Vergl. H. Klebahn, Ueber wasserblüthebildende Algen etc. Forsch.-Ber. der biol. Station zu Plön IV. 1896. S. 203.

2) l. c. S. 202, Z. 18 von oben.

3) Derselbe: Gasvacuolen etc., Flora 85, 1895, S. 261.

ich unter Berücksichtigung früherer Beobachtungen einiges zu berichten.

Zunächst ist zu constatiren, dass *Polycystis ochracea* und *Anabaena flos aquae* im Würmsee nicht, wie man nach der Gashypothese erwarten müsste, bereits mit rothen Körnern versehen in den obersten Schichten des Sees ankamen, sondern dass beide bei ihrem ersten Erscheinen nur hell gelblich oder bläulichgrün glänzende Körner besassen. In Bezug auf *Polycystis ochracea* nob.[1]), welche sich diesmal im Würmsee nur in kaum diagnosticirbaren Spuren vorgefunden hat, besitze ich über diesen Punkt Aufzeichnungen aus den Jahren 1896—98. Dieselben stellen nebst der vorerwähnten Thatsache fest, dass die ersten rothen Körner sich immer nur in der Peripherie der Familien gezeigt haben und dass solche Körper erst nach vollständiger Entwickelung der Wasserblüthe auch in den centralen Zellen der Familien zu finden waren. Eine Probe dieser Wasserblüthe, welche in einem beiderseits mit Gaze verschlossenen Glasröhrchen im See cultivirt wurde, zeigte noch mehrere Wochen[2]), nachdem die Alge im freien See schon versunken war, die rothen Körner vollständig erhalten. Daraus möchte ich schliessen, dass auch die frei lebenden *Polycystis*-Familien noch im Besitze dieser Körner waren, als sie zu Boden sanken.

Aehnlich verhielt sich *Anabaena flos aquae* Bréb.[3]), welche in diesem Jahre keine Blüthe bildete, in sofern, als die im Juli bei trüber Witterung durch oberflächliche Netzzüge erbeuteten Exemplare nur grüngelbliche Inhaltskörper enthielten und trotzdem auf oder sehr nahe unter der Oberfläche des See's schwammen[4]). Erst im August traten, allmählich an Zahl zunehmend, rothe Körper auf, nachdem die Alge sich lebhaft vermehrt hatte und auch die ersten Sporen erschienen waren.

1) Diese Alge habe ich bald nach ihrer Publication auch im Maisinger und Deixelfurter See, in einem Weiher bei Bernried und einem solchen bei Egelharding aufgefunden. Die Form der Familien variirte an den verschiedenen Standorten einigermassen, aber nirgends war ihre Färbung zu irgend einer Zeit spangrün; die Farbe wechselte nur von wässerig bläulich- und gelblich-grün, bis zu entschieden ockergelb. Auch die Exsiccate nahmen, obwohl sie sich im Laufe der Zeit in's Grünliche verfärbten, niemals die ausgesprochen blaugrüne Farbe an, wie gewisse andere Arten und speciell *Pol. aeruginosa.*

2) Diese Cultur wurde leider durch einen heftigen Sturm entführt, bevor sie alle von ihr erhofften Aufschlüsse gegeben hatte.

3) Im Jahre 1897 hat diese Alge nicht nur im Würmsee, sondern — nach gefälliger mündlicher Mittheilung von Herrn Prof. Dr. Solereder — auch im Bodensee eine Wasserblüthe gebildet. In beiden Fällen fehlten Heterocysten und Sporen oder waren doch sehr selten.

4) Auch die Schwimmfähigkeit von *Botryococcus Braunii* ist nicht durch das „rothe Oel“ bedingt, denn man findet zu Zeiten nur grüne Exemplare auf der Oberfläche, oder auch grüne und rothe unter einander.

Bezüglich des Aufsteigens der Wasserblüthe bildenden Alge habe ich eine an *Coelosphaerium* gemachte Beobachtung zu erwähnen. Eine noch nicht sicher bestimmte Art[1]) dieser Gattung war die einzige Cyanophycee, von welcher ich aus einem kleinen Weiher eine zu Versuchen genügende Quantität zusammenfischen konnte. Bei Auffindung des Standortes waren die Körner bereits geröthet. Das abfiltrirte Plankton, welches zumeist *Coelosphaerium* nebst vielen Bacillarieen enthielt, wurde über Nacht in einer kleinen Menge 1 procentiger Chromsäurelösung aufbewahrt. Am anderen Morgen wurde der freie Raum des ziemlich hohen Glascylinders mit Seewasser aufgefüllt, um die Auswaschung der Chromsäure einzuleiten. Nach kurzer Zeit schwamm das ganze Plankton oben auf, hatte also „seine Steigkraft bewahrt". Nach Ablauf von weiteren 24 Stunden fand ich aber die ganze Algengesellschaft wieder fest am Boden sitzend, und sie war nun weder durch Schütteln, noch durch Erwärmen von ihrer Neigung zum Sinken mehr abzubringen, obwohl die rothen Körner sich noch deutlich erkennen liessen. Es scheint hier also lediglich die Diffusion oder vielleicht auch irgend eine chemische Umsetzung zwischen der in den Algen enthaltenen Chromsäurelösung und dem zugegossenen Seewasser das Plankton vorübergehend aufgetrieben zu haben.

Beispiele vom Vorkommen rother Körner in Algen, welche nicht zur Bildung von Wasserblüthe befähigt sind, finden sich schon bei KLEBAHN[2]) citirt. Mittlerweile ist dazu noch *Phormidium ambiguum* und *Lyngbya aestuarii*[3]) gekommen. Ferner hat Verfasser dieses (nach Gewitterregen) in den Spitzenzellen von *Oscillaria princeps* vorübergehend deutlich rothe Körner gesehen und nebstdem sogar in einer aërophilen Art, nämlich in den Grenzzellen von *Nostoc commune* zu gewissen Zeiten schwach röthliche Inhaltsbestandtheile gefunden, wie bereits im vorigen Abschnitte bemerkt ist.

Schliesslich möchte ich noch eines Kunstproductes Erwähnung thun, welches bisweilen eine gewisse Aehnlichkeit mit den natürlichen rothen Körnern hat, wenn man von deren Anzahl absieht. Dass durch Aufbewahrung in Formol in Grünalgen einzelne unregelmässige braune Körner sich bilden können, dürfte allgemein bekannt sein. Vielleicht handelt es sich hier um Hypochlorin oder einen verwandten Stoff. Eine ähnliche Erscheinung habe ich nun

---

1) Die Familien besitzen ähnliche Form, Grösse und Gallerthülle, wie das von O. Borge (Schwedisches Süsswasserplankton. Botaniska Not. 1900, S. 10 und Fig. 5 Taf. I) beschriebene und abgebildete *C. Naegelianum* Unger (?). Die Zellen sind aber durchschnittlich etwas kürzer und dicker.

2) l. c. 1895, s. 204—205.

3) Vergl. E. Lemmermann, Zur Kenntniss der Algenflora des Saaler Boddens. Forsch.-Ber. der biol. Stat. Plön VIII, S. 11—12.

an verschiedenen in dieser Weise conservirten blaugrünen Algen gefunden. Je nach den Arten sind die Körner an Zahl und Grösse verschieden. Alle unterscheiden sich aber von jenen der Grünalgen dadurch, dass sie kleiner, mehr abgerundet und nicht so opak braun sind, sondern bei höherer Einstellung hell und erst bei mittlerer rothbraun bis röthlich erscheinen. Für weitergehende Erörterungen fehlt hier der Raum, und ich beschränke mich vorläufig auf Mittheilung der Thatsachen.

## 21. Franz Buchenau: Marsippospermum Reicheï Fr. B., eine merkwürdige neue Juncacee aus Patagonien.

Mit Tafel VII.

Eingegangen am 14. März 1901.

Eine neue Art aus der schon durch ihre ungemein grossen Blüthen merkwürdigen Juncaceen-Gattung *Marsippospermum*[1]) wird von vornherein auf besonderes Interesse Anspruch machen dürfen, und dieses Interesse wird sich noch weiter steigern, wenn die Pflanze uns einen Einblick in den Werdegang (die Phylogenie) der Gattung gestattet. — Ich erhielt zwei Proben dieser Pflanze von Herrn Dr. K. REICHE zu St. Jago in Chile, dessen Studien wir schon jetzt so viel Neues über die Flora von Chile verdanken. Obwohl er die Gattung bereits richtig bestimmt hatte, so bat er mich doch, das Material genauer zu untersuchen und die Art, wenn sie neu sein sollte, zu beschreiben. Diesem Wunsche entspreche ich sehr gerne.

Ich schicke voraus, dass alle abweichenden Formen der offenbar sehr alten Familie der Juncaceen auf der südlichen Halbkugel und zwar vorzugsweise in Südamerika vorkommen. Das Gros der Arten gehört den beiden Gattungen *Juncus* und *Luzula* an, welche der europäische Botaniker auf seinen ersten Excursionen kennen lernt. Sie sind zweifellos auf der nördlichen Halbkugel entstanden und von hier aus nach der südlichen Hemisphäre gewandert. Dabei erscheint *Luzula* wegen des reducirten Baues ihres Fruchtknotens und wegen

1) Die Blüthen von *Marsippospermum gracile* sind 1,5—2 *cm*, diejenigen von *M. grandiflorum* gar 2—3 *cm* gross. Vergl. über die Gattung ausser der Monographia Juncacearum (ENGLER's Jahrb. XII) auch meinen Aufsatz: Kritische Zusammenstellung der bis jetzt bekannten Juncaceen aus Südamerika. (Abh. Nat. Ver. Bremen, 1879, VI, S. 373—375.)

der geschlossenen Blattscheiden als die abgeleitete Form. *Juncus* hat durch verschiedene Insertion der Blüthe und starke Variation der Vegetationsorgane eine Anzahl (ich kenne 9) sehr natürliche Subgenera gebildet. Die Arten aber haben, zum grossen Theile in Folge ihrer weiten Wanderung und der dadurch erfolgten Einwirkung sehr verschiedener Vegetationsverhältnisse so stark variirt, dass man oft an einer naturgemässen Gliederung in Arten verzweifeln möchte. — Zu *Juncus* und *Luzula* treten nun auf der südlichen Halbkugel die Gattungen *Prionium*, *Distichia*, *Patosia*, *Oxychloë*, *Rostkovia* und *Marsippospermum* hinzu. *Prionium*, die einzige strauchartige Pflanze der Familie, bildet dichte Gebüsche an den Bach- und Flussufern des südlichen Afrika. Die anderen genannten Gattungen sind südamerikanischen Ursprunges, und zwar bewohnen *Distichia*, *Patosia* und *Oxychloë* die Gebirgsgegenden von Neu-Granada, Bolivia, Peru und Nordchile. *Rostkovia* und *Marsippospermum* gehören dem südlichen Chile, Patagonien und Feuerland an. *Rostkovia grandiflora*, die einzige bekannte Art dieser Gattung, greift von da nach der Campbell's-Insel südlich von Neuseeland und nach Südgeorgien über. Aus der Gattung *Marsippospermum* endlich waren bis jetzt zwei Arten bekannt: *Marsippospermum grandiflorum* aus dem südlichen Chile, Patagonien und von den Falklands-Inseln, *M. gracile* aus Neuseeland und den benachbarten Aucklands- und Campbells-Inseln.

Diese fünf Juncaceen-Gattungen verdanken also der früheren lebhaften Gestaltungskraft der südamerikanischen Natur ihre Entstehung, ähnlich wie, um ein mir nahe liegendes Beispiel zu berühren, die Gattung *Tropaeolum* innerhalb der Aesculinae oder die Gattung *Fuchsia* im Kreise der *Oenotheraceae* (*Fuchsia* bekanntlich auch mit Uebergreifen nach Neuseeland). —

## Marsippospermum Reicheï Fr. Buchenau, n. spec.

Diagn. Planta densissime caespitosa. Caules basi tantum foliati, sed longe vaginati, teretes, 4 usque 4.5 *cm* alti. Folia frondosa in turione plerumque tria, filiformia, serius plerumque in fila 3, 4 usque 6 (raro 7), grisea, externe curvata discissa. Prophyllum unicum, dentiforme. Flos ca. 15 *mm* longus. Tepala irregulariter inaequalia, externa longiora, omnia lineari-subulata, coriacea, marginibus angustis, membranaceis. Stamina sex: antherae lineares, apice processu connectivi ca. 2 *mm* longo coronatae. Fructus elongato-subtrigono-ovalis, in parte superiore dehiscens; pericarpium durum, vitellinum. Semina 1.7 usque 1.8 *mm* longa, luteola, basi breviter, apice longius caudata.

In regione nivis aeternae (1000 m. s. m.) montis Patagoniae australis in oriente urbis Bahia Ultima Esperanza, ca. 50° 30′ latit. merid. collegit cel. K. Reiche m. Febr. 1900.

Descriptio. Planta perennis, densissime caespitosa, pulviniformis. Radices filiformes, diam. ca. 1 *mm*, pallide fuscae. velutinae, fibrosae. Caules conferti, erecti, scapiformes (basi tantum foliati, sed longe vaginati), usque ad florem 4 vel 4,5 *cm* alti, teretes, diam. ca. 0,5 usque 0,75 *mm*. Folia omnia basilaria, infima 3 cataphyllina, persistentia, nitida, basi ferruginea, superne straminea: infimum (dorsale, bicostatum) 7—8 *mm* longum, acutatum: sequentia sensim longiora (ca. 13 et 25 *mm* longa), mucronata (mucrone 2 usque 6 *mm* longo); quartum transitum fert in folia frondosa. Folia frondosa plerumque tria, parallela, 5 usque fere 9 *cm* longa; vagina 3 usque 4 *cm* longa, arcte involuta, marginibus tegentibus (nec connatis), membranaceis, superne in ligulam brevem obtusam desinens: lamina subtereti-filiformis, diam. 0.5 *mm*, sensim subulata, supra ligulam paullatim applanata (vix canaliculata), serius plerumque in fila 3, 4 usque 6 (raro 7), grisea, externe curvata discissa. Caulis uniflorus, paullo ca. 1 *cm*) e vaginâ folii supremi exsertus. Prophyllum unicum breve, dentiforme sub flore adest (serius saepe evanescere videtur). Flos magnus, ca. 15 *mm* longus. Tepala sex, irregulariter inaequalia, externa longiora, omnia lineari-subulata, coriacea, ferrugineo-straminea, marginibus angustis membranaceis, plerumque pro parte longius persistentia. Stamina sex, 5,5 usque 6 *mm* longa; filamentum filiforme ferrugineum, apice fere castaneum; anthera linearis, filamento paullo longior, serius dextrorsum torta, flavescens, apice processu connectivi ca. 2 *mm* longo subcurvato coronata. Pistillum ca. 13 *mm* longum; ovarium elongato-subtrigono-ovale, imperfecte triseptatum: stylus filiformis, sed ovario quadruplo brevior; stigmata 3, ca. 4 *mm* longa (an dextrorsum torta?). Fructus ca. 9 *mm* longus, elongato-subtrigono-ovalis, imperfecte triseptatus, in parte superiore dehiscens, valvulis divaricatis: pericarpium durum, coriaceum, in statu sicco fragile, nitidum, vitellinum. Semina plura (an numerosa?) 1,7 usque 1,8 *mm* longa, luteola (nucleo ferrugineo), basi breviter, apice longius caudata.

*Marsippospermum Reicheï* (Taf. VII, Fig. 1) gewährt einen sehr eigenthümlichen Anblick. Die dichten bräunlichgelben Rasen nehmen bei der Zähigkeit der Achsentheile und Niederblätter gewiss einen grossen kissenförmigen Umfang an. Zwar erheben sich die diesjährigen Blätter um 4—5 *cm* über die Fläche des Rasens; aber da sie nur drahtdünn und überdies trübgrün gefärbt sind, so treten sie wenig hervor. Dasselbe gilt von den diesjährigen Blüthen mit ihren matten Farbentönen. Am meisten machen sich an der Oberfläche der Polster die ausdauernden, eigelben Früchte bemerkbar, deren Klappen oben aus einander spreizen (Fig. 7, 8). Zwischen den Stengeln aber liegt eine Menge grauer Fasern, in welche die vorjährigen und noch

älteren Blätter gespalten sind. Sie bringen einen noch trüberen Ton in das Gesammtbild der Pflanze (Fig. 1).

Ein Blick auf den inneren Bau der Stengel und Blätter erklärt dieses Verhalten. Der Stengel (Fig. 10) besitzt unter der festen Epidermis einen Cylinder von chlorophyllhaltigem Rindengewebe. Dann folgt ein geschlossener Bastcylinder, welchem auf der Innenseite grössere und kleinere Leitbündel in nicht ganz regelmässigem Wechsel eingelagert sind. Den Innenraum nimmt ein parenchymatisches Mark ein, welches gewöhnlich in der Mitte eine Lücke zeigt. Der Stengel besitzt also in der Aussenwand der Epidermis und dem geschlossenen Bastcylinder Elemente von grosser Festigkeit, welche ihn zu längerem Widerstande gegen die Atmosphärilien befähigen.

Ganz anders die Lamina der Laubblätter (Fig. 11). Auch hier ist die Epidermis aussen mit fester Cuticula versehen. Unter ihr liegt ein grünes parenchymatisches Rindengewebe von annähernd überall gleicher Dicke. Nach innen folgt dann aber nicht ein geschlossener Bastcylinder, sondern 7—8 von einander völlig getrennte Leitbündel mit sehr starken halbmondförmigen Bastbelegen. Die kleineren von ihnen haben nahezu rundlichen Querschnitt, die grösseren aber sind in radialer Richtung weit gestreckter als in tangentialer. Das Mark, welches ursprünglich die Räume zwischen ihnen und das Innere ausfüllt, ist schon bei Lebzeiten des Blattes höchst unregelmässig zerrissen und der Mittelraum nur noch mit einzelnen Fasern und Zellwänden erfüllt. Gewiss schon in dem noch lebenden Blatte herrscht eine grosse Spannung der Gewebe. Die Epidermis und die äusseren Bastbelege der Gefässbündel wollen sich sehr stark zusammenziehen. Die Spannung ist so gross, dass es selbst nach dem sorgfältigsten Aufweichen kaum gelingt, einen zusammenhängenden Querschnitt zu erhalten. Selbst die zartesten Schnitte zerfallen meistens beim Abstreichen oder Abspülen von der Schneide des Messers. Hantirt man aber mit einer etwas älteren Spreite unter der Präparirlupe (wie ich es z. B thun musste, um eine klare Ansicht der Ligula zu gewinnen), so bilden sich sofort Längsspalten zwischen den grösseren Leitbündeln. Der Schneedruck und die Stürme jener unwirthlichen Gegend brechen nach der ersten Vegetationsperiode die abgestorbene Lamina im Niveau der Früchte ab. Die stehenbleibenden Theile der Laubblätter aber zerspalten sich in 3 bis 6 oder selbst 7 verwitterte, graue, aber selbst im Tode noch an der Spitze nach aussen gekrümmte Fasern (Fig. 1).

Die grosse morphologische Bedeutung dieser Pflanze liegt darin, dass sie uns einen Wink über die Entstehung des Genus *Marsippospermum*[1]) aus *Juncus*-Formen giebt. Zu diesem Zwecke müssen

1) Da ich in meiner Monographie der Juncaceen leider keine Abbildung von *Marsippospermum* gegeben habe, so bitte ich die Leser behufs besseren Ver-

wir kurz den morphotischen Aufbau des *M. grandiflorum* und des *M. gracile* betrachten.

*M. grandiflorum* ist ganz ähnlich aufgebaut wie *Juncus maritimus* oder ein solcher *Juncus* aus der Untergattung *J. genuini*, welcher auf der obersten Blattscheide ein cylindrisches Laubblatt trägt (wie etwa der *J. mexicanus* aus der Verwandtschaft des *J. balticus*). Das kräftige, horizontale, meist kurzgliedrige Rhizom von *M. grandiflorum* wird sympodial aus den untersten Internodien der sich aufrichtenden Sprosse gebildet. Jeder Spross trägt sieben Blätter[1], sechs Niederblätter und ein cylindrisches stengelähnliches Laubblatt. Das unterste Niederblatt ist das dorsale, zweikielige Grundblatt. Das folgende, schon etwas grössere Niederblatt fällt an den auf einander folgenden, unter sich antidromen Sprossen abwechselnd nach rechts und links. Da aus seiner Achsel die Hauptverzweigung erfolgt, so stehen die an einem Rhizome auf einander folgenden Sprosse nicht streng in einer Ebene, sondern weichen abwechselnd ein wenig nach rechts oder links aus. Das 3., 4., 5. und 6. Niederblatt sind die grundständigen, an Länge rasch (an starken Exemplaren bis etwa 8 *cm*) zunehmenden Blattscheiden. Sie tragen auf ihrem oberen gerundeten Ende einen kleinen, wenige Millimeter langen Mucro: die nicht zur Entwickelung gelangte Lamina; (an dem obersten Niederblatte finde ich diesen Mucro 4—5 *mm* lang). Nunmehr folgt das siebente Blatt des Triebes, das einzige Laubblatt. Ist der Trieb steril, so sieht dieses Laubblatt durchaus stengelähnlich aus; es ist cylindrisch geformt und zeigt zunächst weder eine Scheide noch eine Ligula. Erst wenn man das oberste (sechste) Niederblatt seiner ganzen Länge nach spaltet und die Hälften vorsichtig aus einander zieht, findet man diese grundständigen Theile des Laubblattes[2]). Seine Scheide ist nämlich nur 3—4 *mm* lang; ihre Ränder decken sich nur wenig, aber doch deutlich und zwar in demselben Sinne wie diejenigen der zu demselben Triebe gehörenden Niederblätter. Die Ränder der Scheide endigen oben in zwei Oehrchen, welche nur durch

---

ständnisses des Nachfolgenden Herbariumsexemplare von *M. grandiflorum* und *gracile* vergleichen zu wollen, oder, wenn diese nicht vorliegen, für *M. grandiflorum* die Abbildung in HOOKER, Icones plantarum, 1843, VI. Tab. 533, für *M. gracile* aber die Tafel 47 des ersten Bandes der Flora antarctica, 1847.

1) Die absolute Anzahl der Blätter kann natürlich bei den Arten der oben genannten Gruppen verschieden sein.

2) Natürlich ist die Grundpartie des Blattes im Schutze der Niederblätter sehr weich (ganz ebenso wie jedes Grasinternodium innerhalb seiner Blattscheide). Bei dem Versuche, das Laubblatt von *M. grandiflorum* aus den Niederblättern herauszuziehen, reisst es deshalb leicht in der Gegend der Blattöhrchen ab. Um daher die Blattscheide sicher zu finden, ist es durchaus nothwendig, die Niederblätter vier, fünf und sechs bis zum Grunde aufzuspalten und ihre Hälften vorsichtig aus einander zu biegen.

eine sehr niedrige Querlinie zu einer Ligula verbunden sind. Im Grunde der Vagina findet sich der Sprossgipfel des Triebes, welcher nicht weiter zur Entwickelung gelangt. — Dieses cylindrische Laubblatt ist also morphotisch genau dieselbe Bildung, wie der „unfruchtbare Stengel“ von *Juncus effusus*, *Leersii* und den verwandten Arten, welchen ich längst als das einzige Laubblatt des sterilen Triebes nachgewiesen habe (vergl. u. a. Fr. Buchenau, *Juncus effusus vittatus* in Botanische Zeitung, 1867, S. 315—316; Monographia Juncacearum, 1890, S. 12). Nehmen wir nun, auf diese Weise über die Natur des „sterilen Stengels“ belehrt, ihn — also in Wahrheit das Laubblatt — wieder zur Hand, so können wir an ihm auch die von der Ligula an beginnende Furche verhältnissmässig weit hinauf als eine eingesenkte Linie verfolgen; der Querschnitt zeigt in ihrer Epidermis sogar neben dieser Furche die beiden Bastbündel, welche für die Blattoberseite vieler Juncaceen so charakteristisch sind. (Monogr. Juncac., Taf. II, Fig. 1—6.)

Betrachten wir nun einen fertilen (also mit der grossen Endblüthe abschliessenden) Trieb von *M. grandiflorum*. Er beginnt mit denselben sechs Niederblättern wie der sterile Trieb. Das siebente Blatt ist das Laubblatt, worauf dann der Blüthenstengel den Trieb abschliesst. Das Laubblatt entspringt aber anscheinend nicht — wie dies doch der Augenschein bei *J. mexicanus* und *maritimus* sofort lehrt, auf der Spitze einer Scheide. Es steht vielmehr frei neben dem Stengel, mit ihm vom sechsten Niederblatte umschlossen. Spaltet man aber das letztere bis zum Grunde und biegt seine Hälften stark aus einander, so ändert sich sofort der Anblick. Man sieht, dass das Laubblatt mit einer 4 *cm* langen Scheide den Grund des Blüthenstengels umfasst. Am oberen Ende dieser Scheide finden sich die durch eine gebogene Linie zur Ligula verbundenen Oehrchen. Von hier an aufwärts auf etwa 3 *cm* Länge ist die Lamina in Folge des Druckes des Stengels ziemlich stark gefurcht; dann zieht sich die Furche zu der schon oben erwähnten vertieften Linie zusammen.

Wesentlich anders ist der Aufbau von *M. gracile* schon dadurch, dass jeder Trieb 2—3 Laubblätter entwickelt, welche also nicht (wie bei *M. grandiflorum*) „sterile Stengel“ vortäuschen können. An mehreren sterilen Trieben fand ich fünf Niederblätter, das oberste etwa 5 *cm* lang mit 6 *mm* langem Mucro. Dann folgen drei Laubblätter. Das unterste ist vom Grunde bis zur Ligula 6,5 *cm* lang. Also ragt der oberste Theil seiner Vagina aus dem obersten Niederblatte hervor und ist daher ohne weiteres sichtbar! Die Lamina[1]) ist über der Ligula ziemlich stark gefurcht. Das zweite Laubblatt

---

1) Ich finde das erste Blatt 30—40 *cm* lang. Masse der Laubblätter und Stengel habe ich oben nicht gegeben, da dieselben bei beiden Arten stark variiren.

ist in seinem unteren Theile natürlich von der Scheide des ersten umschlossen. Da seine eigene Scheide nur 4 *cm* lang ist, so ist sie von aussen gar nicht sichtbar, sondern ganz von der Scheide des ersten Blattes umhüllt. Das dritte Laubblatt ist bald entwickelt, bald ragt es nur wenig aus der Scheide des zweiten Blattes hervor, oder endlich es bleibt ganz von derselben umschlossen. — An dem fertilen Stengel fand ich nur vier Niederblätter. das oberste von etwa 37 *mm* Länge mit 3 *mm* langem Mucro. Das erste Laubblatt misst bis zur Ligula 55 *mm*; seine Scheide ist also auf etwa 18 *mm* Länge über das letzte Niederblatt emporgehoben. Die Scheide des zweiten Laubblattes ist 75 *mm* lang, ragt also um etwa 20 *mm* aus derjenigen des ersten Blattes heraus; die des dritten misst an Länge etwa 115 *mm*, ist also von aussen auf etwa 40 *mm* Länge sichtbar. Die Blattflächen der beiden ersten Blätter sind auf etwa 2 *cm* Länge ziemlich stark rinnig; die des dritten aber viel weniger. — In der Anzahl der Blätter und ihrer Ausbildung scheint *M gracile* nicht so fest gebunden zu sein als *M. grandiflorum.* —

Nach dem Gesagten steht nun *M. Reicheï* dem *gracile* im Aufbau ziemlich nahe. Beide Arten bilden eine Gruppe für sich.

*M. Reicheï* hat (vergleiche in Betreff der Einzelheiten die oben gegebene lateinische Beschreibung) an jedem Triebe (ob immer?) sieben Blätter; die drei untersten sind Niederblätter, das vierte ein Uebergangsblatt, und dann folgen drei Laubblätter. Die letzteren ragen aber nicht immer alle nach aussen hervor. Namentlich an sterilen Trieben ist das oberste nicht selten mehr oder weniger von der Scheide des vorletzten umschlossen. Die Lamina ist über der Ligula nur auf eine kurze Strecke weit abgeflacht und kaum gefurcht. Auch hier ist die Oberhaut von fester Epidermis, nicht von den dünnwandigen blasenförmigen Zellen gebildet, welche sich bei den flachblätterigen Juncaceen auf der Oberseite des Blattes finden. Weiter hinauf ist die Lamina nahezu cylindrisch-pfriemlich.

Während also *M. grandiflorum* im Aufbau sehr stark an die *Junci genuini* erinnert, stehen *M. gracile* und *Reicheï* den *J. poiophyllis* weit näher. Dass auch die normalen *J. genuini* (*J. effusus* et *aff.*) sich aus Arten des Subgenus *J. poiophylli* entwickelt haben müssen, habe ich bereits in der Monographia Juncacearum, S. 55, dargelegt. — Auch den „mucro connectivi" haben beide Arten gemein, während *M. grandiflorum* „antherae muticae" besitzt. Bei *M. Reicheï* ist diese Spitze weit länger als bei *M. gracile.* Ein weiterer Unterschied liegt in der Länge des Staubfadens, der bei *M. gracile* kaum $^1/_4$, bei *M. Reicheï* aber fast so lang ist, als die Anthere.

Ehe ich aber auf die Entwickelung von *Marsippospermum* noch weiter eingehe, möchte ich einen vergleichenden Blick auf einiges Anatomische bei *M. grandiflorum* und *gracile* werfen. Bei beiden

Arten besitzt der Stengel unter einer festen, aussen stark verdickten Epidermis einen Cylinder von grünem Rindenparenchym; dann folgt ein Bastcylinder mit eingelagerten Leitbündeln und in der Mitte ein parenchymatisches Mark, welches mehr oder weniger stark zerreisst und sich theilweise in Fasern auflöst. Der Bastcylinder von *M. gracile* ist unregelmässig rippenartig ausgebuchtet, ähnlich wie bei *M. Reicheï* (Fig 10); von ihm werden etwa sechs grosse und sechs bis acht kleine Leitbündel eingeschlossen. Eine viel regelmässigere cylindrische Gestalt hat der Bastcylinder bei *M. grandiflorum*. Er ist aussen ganz regelmässig geformt; die sechs grossen Leitbündel springen mit ihren Bastbelegen nach innen vor. Zwischen je zwei von ihnen liegen noch je drei oder vier kleine, dem Bastcylinder eingelagerte Bündel. Das Mark grenzt hier nicht unmittelbar an den Bastcylinder; vielmehr folgt auf den Bastcylinder zunächst ein parenchymatisches Gewebe mit verdickten Wänden, aber ohne Chlorophyll. Es geht nach innen allmählich in das Mark über.

Die Laubblätter von *M. grandiflorum* und *gracile* haben dieselben Zellgewebe wie die Stengel, aber die Basttheile ihrer Leitbündel schliessen nicht zu Cylindern zusammen, sondern bilden nur halbmondförmige Belege auf der Innen- und Aussenseite (also ganz ähnlich wie bei *M. Reicheï*, Fig 11). Die Zahl der Bündel ist bei *M. grandiflorum* sehr viel grösser als bei *gracile* (ich zähle z. B. bei einem „sterilen Stengel" der erstgenannten Art 22, bei dem Laubblatte eines sterilen Triebes 25, bei einem Blatte von *gracile* nur 10). Die Blätter von *M. grandiflorum* sind daher viel zäher als diejenigen von *gracile*. Sie werden ja auch von den Bewohnern des Feuerlandes vielfach zu Matten verwendet. Auffallend ist, dass die Oberseite im anatomischen Baue fast gar nicht von der Unterseite verschieden ist (ebensowenig wie bei *M. Reicheï*, Fig. 11). Bei *M. gracile* finde ich die Oberseite auf eine längere Strecke bezeichnet durch eine schmale Furche, welcher aber kein abweichender anatomischer Bau entspricht. — An dem „sterilen Stengel" von *M. grandiflorum* zieht sich eine schmale, flache Furche hinauf. Unter ihr liegt statt des chlorophyllhaltigen kleinzelligen Rindenparenchyms ein farbiges Gewebe dünnwandiger parenchymatischer Zellen. Dasselbe wird seitlich begrenzt von den beiden Bastbündeln, welche die Ränder der Blattoberseite bei *Luzula* und den flachblätterigen *Juncus*-Arten in so charakteristischer Weise einfassen (s. Monographia Juncacearum, Taf. II, Fig. 1—6). Dünnwandige blasenförmige Zellen (cellules bulliformes) fand ich bei *Marsippospermum* auf der Blattoberseite nicht.

Versuchen wir nun der Frage näher zu treten, an welche Gruppe von *Juncus*-Arten die Gattung *Marsippospermum* sich am nächsten anlehnt.

Da ich oben den *Juncus maritimus* erwähnt habe, so hebe ich

zunächst hervor, dass an eine nähere Verwandtschaft mit den Juncis thalassicis (deren bekannteste Vertreter *J. maritimus* und *acutus* sind) nicht zu denken ist. Sie haben vorblattlose, einzeln in der Achsel eines Deckblattes stehende und zu Köpfen vereinigte Blüthen. Ausserdem ist auch der Bau der Stengel ein wesentlich verschiedener. *J. maritimus* und *acutus* haben kräftige subepidermale Bastbündel. Weit eigenthümlicher aber ist die Anwesenheit zerstreuter Gefässbündel im grünen Rindenparenchym und im Marke, also ausserhalb und innerhalb des mehr oder weniger geschlossenen Cylinders von abwechselnd grösseren und kleineren Gefässbündeln. Dadurch entfernen sich diese Pflanzen weit von *Marsippospermum.* — Die cylindrischen stengelähnlichen Laubblätter begründen keine nähere Verwandtschaft, obwohl sie an schwächeren Trieben von *J. maritimus* bis zur Bildung eines scheinbaren „sterilen Stengels“ (i. e. eines einzigen stengelähnlichen Laubblattes) fortschreiten. Diese Bildung ist in der Familie der Juncaceen ziemlich spät und an ganz verschiedenen Stellen aufgetreten. Sie findet sich ausser bei den Juncis thalassicis auch bei den meisten genuinis, ferner bei den nahe mit einander verwandten Arten *J. obtusiflorus* und *punctorius* und dem im Uebrigen ganz fern davon stehenden *J. ustulatus* Fr. B., alle drei aus der Untergattung septati, und bei *Marsippospernum.*

Ganz ähnlich verhält es sich mit der Bildung geschwänzter Samen, deren äusserste Form die feilspanförmigen Samen (semina scobiformia) sind. Auch sie begründen keine nähere Verwandtschaft der betreffenden Arten. Sie sind eine sehr spät und — wenn man diesen Ausdruck auf ein Organ anwenden darf — polyphyletisch erworbene Eigenthümlichkeit, welche in keinem der grösseren Subgenera von *Juncus* fehlt. So haben unter den poiophyllis *Juncus trifidus* und *Greenei* kurzgeschwänzte, *Vaseyi* langgeschwänzte Samen. Von den genuinis zeigen ganz kurzgeschwänzte Samen *J. procerus* und *pallidus*, langgeschwänzte dagegen *Jacquini*, *beringensis*, *Drummondii*, *Hallii* und *Parryi*. Für die thalassici sind kurzgeschwänzte, für fast alle alpini feilspanförmige Samen charakteristisch (von den letzeren ist nur der in so vielen Beziehungen allein stehende *J. stygius* mit seiner fast schwammigen Samenschale auszunehmen). Aus dem Subgenus der Junci septati sind *J. Grisebachii*, *chrysocarpus*, *asper*, *brachycephalus*, *trigonocarpus* zu nennen, von den graminifoliis: *minimus*, *Clarkei* und *Regelii.*

Ueberblickt man diese Arten nach ihrem Vorkommen in der freien Natur, so erkennt man leicht, dass sie fast alle nasskalte, quellige Orte lieben; viele leben in alpinen Höhen am Rande von Schneefeldern und Gletschern. Die lockere Umhüllung des Samens umgiebt denselben mit einer Lufthülle und hat also wohl sicher eine biologische Bedeutung. (Auch die nicht wenigen Pflanzen aus anderen

Familien mit geschwänzten oder feilspanförmigen Samen lieben entweder feucht-humosen oder sumpfigen Boden.) — *Luzula* mit ihren grossen auf die Dreizahl reducirten Samen zeigt niemals häutige Anhängsel oder Feilspanform — und die Arten dieser Gattung wachsen auch nicht an kalten, quelligen oder sumpfigen Orten, sondern auf sandigem, steinigem Boden, unter Gebüsch, in Wäldern und auf Alpenwiesen und Weiden. Von ihnen hat die auf den Canaren und in Portugal wachsende *L. purpurea* ein Transportmittel in der fast momentanen Verschleimung der äusseren Samenhaut entwickelt (mit deren Energie die nicht selten bei feuchtem Wetter stattfindende Verschleimung der Samen von *Juncus tenuis, bufonius, effusus* und *lampocarpus* keinen Vergleich aushält). *Luzula Forsteri, pilosa* und *flavescens* haben auf der Spitze der Samen ein Anhängsel entwickelt. welches aber nicht lufterfüllt, sondern im Gegentheil saftstrotzend ist. Zur Zeit der Samenreife sprengen die drei Samenanhängel vermöge ihrer Turgescenz die Frucht von innen auf, deren dünne Wände nicht genug Spannungsdifferenz der Gewebe besitzen, um sich zu öffnen.

Kehren wir nach dieser kleinen Abschweifung zu den *Juncus*-Arten mit geschwänzten oder feilspanförmigen Samen zurück und wollen versuchen, sie in eine Gruppe vereinigt allen anderen Arten mit seminibus nucleo conformibus gegenüber zu stellen, so werden wir ein buntes Gemisch höchst unähnlicher Formen erhalten.

Also auch die Form der Samen kann nicht zur Begründung einer näheren Verwandtschaft von *Marsippospermum* benutzt werden. Uebrigens zeigt sich auch in dieser kleinen Gattung selbst wieder ein Fortschritt von den namentlich unten kurzgeschwänzten Samen des *M. Reicheï* zu den beiderseits länger geschwänzten Samen bei *M. grandiflorum* und *gracile.*

Diese Erörterungen werden es klar gemacht haben, dass wir bei dem Suchen nach einer Ausgangsform für *Marsippospermum* weder auf cylindrische stengelähnliche Laubblätter, noch auf geschwänzte Samen Werth zu legen haben. Wir müssen vielmehr an einen *Juncus* mit schaftigem Stengel, mit schmalen, rinnenförmigen Laubblättern und wenigen. relativ grossen Blüthen denken. Wenn wir hieraufhin die südamerikanischen Arten von *Juncus* revidiren[1]), so fällt uns sofort der *J. Chamissonis* Kunth in die Augen, welcher übrigens wahrscheinlich den älteren Namen *J. imbricatus* Laharpe führen muss. Er wird der rinnigen Laubblätter wegen noch zu den poiophyllis gerechnet (vergl. Monogr. Juncacearum, Taf. II, Fig. 2).

---

1) Vergl. FR. BUCHENAU, Kritische Zusammenstellung der bis jetzt bekannten Juncaceen aus Südamerika (Abh. Naturw. Ver. Bremen, 1879, VI, S. 353—431, Tab. III, IV).

Er hat ein sehr kurzgliedriges Rhizom und dichtgedrängte steil-aufrecht stehende Stengel. Die Stengel sind schaftig, alle Blätter also grundständig. Die Scheiden der sämmtlichen Blätter sind eingerollt, so dass sie den Stengel weit hinauf umhüllen. Die Blüthen sind wenig zahlreich, aber relativ gross (mit der reifen Frucht ca. 6 *mm* lang). Die Textur der Perigonblätter ist sehr derbe, die Zahl der Staubblätter 6, der Fruchtknoten und die Frucht sind unvollständig dreikammerig (vergl. Abh. Naturw. Ver. Bremen, 1879, VI, S. 379—381, Taf. IV, oben). Selbstverständlich ist aber der Abstand des *J. imbricatus* von den *Marsippospermum*-Arten noch ein sehr grosser. So besitzt z. B. der Stengel von *J. imbricatus* zwar einen geschlossenen Gefässbündel-Cylinder wie *Marsippospermum*, aber die Bastbelege der Bündel springen nach aussen rippenähnlich bis zur Epidermis vor und zerlegen also das grüne Rindenparenchym in einzelne Sectoren[1]) (vide l. c. Taf. IV, Fig. 1 g). Ebenso springen die Bündel in der Blattfläche rippenähnlich bis zur Epidermis vor (l. c. Fig. 1 f). — Wenn wirklich ein genetischer Zusammenhang zwischen beiden Gruppen vorhanden war — und ich bin überzeugt, dass jeder Botaniker, welcher die betreffenden Pflanzen eingehend prüft, mit mir unter demselben Eindrucke stehen wird — so müssen noch eine ganze Reihe von Mittelstufen vorhanden gewesen sein. Möchte es gelingen, noch die eine oder andere derselben aufzufinden!

---

## Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Ein Stück einer lebenden Pflanze in natürlicher Grösse. Die Hauptwachsthumsrichtung liegt nach links; dort liegen daher die jüngsten, zum Theil noch unentwickelten Sprosse. Der dichte Wuchs beruht auf der Kürze der Internodien des Rhizomes und zum Theil auch auf der nicht seltenen Entwickelung von Bereicherungssprossen aus der Achsel des dritten Niederblattes. Bei *fl* ist eine diesjährige Blüthe vorhanden; ausser ihr noch 4 an der Spitze geöffnete Früchte sichtbar. Die diesjährigen Laubblätter überragen das Niveau des Rasens um etwa 4 *cm*. Die älteren Laubblätter sind in diesem Niveau abgebrochen; man sieht aber noch ihre zerschlissenen, grauen Reste zwischen den Stengeln aufragen.

„ 2. Eine geöffnete Blüthe. Ob das Perigon sich jemals sternförmig ausbreitet, ist mir sehr zweifelhaft. *proph.* ist das einzige, später oft schwindende (oder zuweilen fehlende?) Vorblatt. — Die äusseren Perigonblätter sind länger als die inneren, dabei aber wieder unter sich ungleich lang.

„ 3. Zwei Perigonblätter mit den vor ihnen stehenden Staubblättern von innen gesehen. Die Perigonblätter sind derbe gebaut, blass rostfarbig, im trockenen Zustande strohfarbig, mit sehr schmalen weisshäutigen Säumen.

---

1) Vielleicht kann noch ein Rest davon in den unregelmässigen Vorsprüngen des Bastcylinders über den stärkeren Gefässbündeln im Stengel von *M. Reicheï* erblickt werden (vergl. Fig. 10).

Fig. 4. Ein frei präparirtes Staubblatt. Der Staubfaden ist unten blass rostfarbig, oben fast kastanienbraun. Das Anhängsel auf der Spitze des Staubbeutels ist wesentlich grösser als bei *M. gracile.*

„ 5. Pistill aus der in Fig. 2 abgebildeten Blüthe, voll entwickelt. Der eine Narbenschenkel an der Spitze rechts gedreht. Ob die Schenkel im lebenden Zustande bis zum Grunde gedreht sind (wie bei den meisten anderen Juncaceen), vermochte ich nicht festzustellen.

„ 6. Querschnitt des Fruchtknotens und Diagramm der Blüthe.

„ 7. Vorjährige Blüthe. Frucht reif, von der Spitze bis fast zur Mitte hinab in drei Klappen aufgesprungen. Die Fruchtwand ist dick, aber im trockenen Zustande so spröde, dass diese zurückgebogenen Klappen fast alle abgebrochen sind. Die hier abgebildete Frucht ist die einzige unversehrte, welche ich auffinden konnte. — Von den äusseren Kreisen der Blüthe sind einige Blattorgane stehen geblieben. Sichtbar sind von ihnen in dieser Ansicht: drei Perigonblätter und ein Staubblatt. Alle vier abgestorben, zwei der Perigonblätter oben abgebrochen.

„ 8. Die Frucht aus dem Präparat von Fig. 7 im aufgeweichten Zustande. Die Fruchtschale ist im feuchten Zustande sehr zähe. Am Grunde der Frucht sind vertrocknete Reste von drei Filamenten sichtbar.

„ 9. Zwei Samen in stärkerer Vergrösserung, gelblich gefärbt, der Kern rostfarbig. Die äussere Haut liegt dem Kerne nur lose an und verlängert sich namentlich oben in ein längeres Anhängsel.

„ 10. Querschnitt durch einen Stengel. Unter einer auf der Aussenseite sehr stark verdickten Epidermis liegt ein breiter Cylinder von chlorophyllführendem Rindenparenchym. Dann folgt ein unregelmässig geformter Bastcylinder mit eingelagerten Leitbündeln. Ueber den stärkeren Bündeln springt der Bastcylinder nach aussen mit abgerundeten Kanten vor. Innerhalb des Cylinders liegt das parenchymatische Mark, welches in der Mitte eine durch Schwinden entstandene unregelmässige Längshöhle zeigt.

„ 11. Querschnitt durch ein Blatt etwa in der Mitte der Lamina. Unter der aussen festwandigen Epidermis liegt ein Cylinder von chlorophyllführendem Rindenparenchym; dann folgen die von einander getrennten Leitbündel mit Bastbelegen. Sie sind in radialer Richtung mehr gestreckt als in tangentialer. Das zwischen sie eintretende Mark ist in Folge der ausserordentlich starken Spannung der Gewebe sehr stark zerrissen. Ausser der Centralhöhle, in welche einzelne Fasern hineinreichen, haben sich auch zwischen den einzelnen Leitbündeln Klüfte von unregelmässigem Umriss gebildet. In der Richtung dieser Klüfte zerreisst die Blattfläche beim Absterben sehr leicht in Fasern. — Ein Schnitt ganz nahe über der Ligula zeigt nur in sofern eine Abweichung von dem hier gegebenen Bilde, als die Oberhaut etwas eingebogen ist; sie ist aber auch hier derbe. Es fehlen auch in dieser Region die zwei seitlichen Gruppen von Bastzellen, welche die Oberseite der Blattfläche bei den flachblätterigen *Juncus*- und *Luzula*-Arten einfassen.

# 22. F. L. Stevens: Die Gametogenese und Befruchtung bei Albugo.

(Vorläufige Mittheilung).

Mit Tafel VIII.

Eingegangen am 15. März 1901.

---

Es ist eine auffällige Erscheinung, dass der Bau der Oosphäre bei den Phycomyceten wesentlich verschieden auftritt, bei der einen Art (*A. candida*) ist sie mit einem Zellkern[1]), bei einer anderen (*A. Bliti*) ist sie mit vielen Zellkernen ausgerüstet[2]). In der Hoffnung, Aufklärung über die Bedeutung dieser starken Abweichung innerhalb derselben Gattung erlangen zu können, wurde die vorliegende Arbeit unternommen. Sie erstreckt sich auf die Untersuchung von *Albugo Portulacae*, *A. Tragopogonis* und eine Nachuntersuchung von *A. candida*. Unter den ausgewählten Arten bietet *A. Tragopogonis* den Schlüssel für die Lösung des die Gattung betreffenden Problems.[3])

## Albugo Tragopogonis.

Die frühesten Entwickelungsstufen der Geschlechtsorgane weichen bei *A. Tragopogonis* in keinem wesentlichen Punkte von denen ab, welche für *A. Bliti* beschrieben worden sind. Das Protoplasma strömt in das Oogonium, die Kerne vergrössern sich, das Protoplasma sammelt sich um das Centrum, und schliesslich ist die volle Entwickelung mit dem Stadium der Zonenabgrenzung erreicht. Ein centraler Hof aus dichtem feinmaschigen, alveolaren Ooplasma hat sich sehr scharf von dem fädigen, tief färbbaren Periplasma gesondert. Die centrale Region enthält das sehr in die Augen fallende Coenocentrum und ist völlig frei von Kernen. Sie wird umringt von den

---

1) Wager, 1896. On the Structure and Reproduction of *Cystopus candidus* Lév. Ann. Bot. **10**, 295.

2) Stevens, 1899. The Compound Oosphere of *Albugo Bliti*. Bot. Gaz. 28, 149.

3) Es ist unnöthig, an dieser Stelle einer Beschreibung der bei *Albugo Portulacae* beobachteten Vorgänge Raum zu geben. Es mag nur angeführt werden, dass diese Art in fast allen Einzelheiten mit *Albugo Bliti* übereinstimmt. Die Oosphäre und der Antheridialschlauch sind wenigstens bei der amerikanischen Form vielkernig. Es steht dies in auffälligem Widerspruch zu dem kürzlich von Berlese veröffentlichten und abgebildeten Verhalten. Diese Art und die mit ihr sich erhebenden Fragen werden ausführlich in meiner vollständigen Abhandlung discutirt werden.

vielen Kernen, welche ganz im Periplasma liegen und etwa im Zustand der Metaphase der Mitose sich befinden. Die Mitose vollzieht sich fast vollständig im Periplasma, und die Tochterkerne beginnen erst dann in das Ooplasma zurück zu wandern, wenn die Kernhaut verschwunden ist und die Chromosomen sich aus der aequatorialen Region der Kernspindelfigur zurückgezogen haben. Nur diese Kernfiguren, welche richtig orientirt sind, liefern die Tochterkerne für das Ooplasma, und nur einer dieser Tochterkerne aus einem gegebenen Mutterkerne gewinnt den Eintritt in das Ooplasma. Aus diesem Modus des Eintritts folgt, wie bei *A. Bliti* und *A. Portulacae*, dass die primären Kerne der Oosphäre zunächst etwas oval im Umriss erscheinen und dass ihr chromatischer Inhalt an dem vom Schwesterkern entferntesten Ende angesammelt wird. Der Schwesterkern verbleibt im Periplasma.

Die primären Oosphärenkerne erfahren nun bald eine zweite mitotische Theilung, welche von der ersten durch den Charakter der achromatischen Figur deutlich unterschieden ist. Dazu kommt noch die Thatsache, dass die zweite Mitose nur die Oosphärenkerne, nicht die Kerne im Periplasma betrifft. Die Deutlichkeit der Kerne, deren Eintritt in die Oosphäre durch Fig. 3 veranschaulicht wird und welche in allen Stadien der zweiten Mitose verfolgt werden können (Fig. 6, 8), macht es zur Gewissheit, dass *A. Tragopogonis* eine vielkernige Oosphäre besitzt.

Diese potentiell weiblichen Zellkerne scheinen in keiner wesentlichen Hinsicht unter einander verschieden zu sein. Jedoch ist unter gewöhnlichen Verhältnissen nur einer derselben bestimmt als sexuelles Element zu fungiren. Ein Stadium späterer Zustände zeigt, dass nur einer dieser Kerne (oder sehr selten noch ein zweiter) in enge Berührung mit dem Coenocentrum zu liegen kommt und dort in der durch Fig. 9—13 veranschaulichten Art heranwächst, bis er seine ursprüngliche Grösse vielmals übertrifft. In den Stadien nach der zweiten Theilung sieht man die überzähligen potentiell weiblichen Kerne in verschiedenen Stadien der Degeneration. Dass die Einschlüsse, welche als degenerirende Kerne beschrieben worden sind, wirklich Kerne sind, ist zweifellos nach ihrer Structur, ihrer Farbenreaction und nach der Thatsache, dass man sie hin und wieder in der Mitose erblickt. Dass sie nicht aus einer Theilung des befruchteten Kernes hervorgehen, ist klar, da der männliche und weibliche Pronucleus noch unverschmolzen in derselben Oosphäre neben einander liegend angetroffen werden können, und gleichzeitig sind jene degenerirenden Kerne sichtbar (Fig. 12). Es unterliegt nicht dem geringsten Zweifel, dass die Oosphäre anfänglich vielkernig (Fig. 4—6, 8) und später einkernig (Fig. 10) ist. Nichts weist darauf hin, dass irgend einer der Kerne die Oosphärengrenze verlässt, um

in das Periplasma zu gelangen, sondern man erblickt die Kerne in allen Stadien der Degeneration.

Das Coenocentrum erscheint bei *A. Tragopogonis* wie bei *A. Bliti* und *A. Portulacae* gerade vor dem Zeitpunkt der Zonenabgrenzung (Fig. 1, 2). In seinen ersten Stadien ist es von sehr verwickeltem Bau und nimmt einen grossen Theil der Oosphäre ein, aber in späteren Stadien stellt es eine ziemlich kleine im Centrum der Oosphäre liegende Kugel dar (Fig. 5). Bei *A. Tragopogonis* besitzt das Coenocentrum eine Anziehung auf die Kerne (Fig. 4, 5), ähnlich dem Verhalten, welches WAGER[1]) für *Peronospora parasitica* angegeben hat. In Folge der Anziehung kommen mehrere Kerne mit dem Coenocentrum in wirkliche Berührung, ja, sie dringen auch wohl in dasselbe ein (Fig. 6, 8); man findet sie dann in dieser Lage während der Stadien der zweiten Mitose.

Nach der Vollendung der zweiten Mitose findet man einen kleinen Kern sehr dicht am Coenocentrum liegen, möglicher Weise demselben anhaftend. In älteren Stadien erblickt man einen grösseren Kern. Während der Grössenzunahme des Kernes verliert das Coenocentrum seine scharf umschriebene Form, wird kleiner und erscheint eventuell als eine nur noch körnelige Masse, welche den weiblichen Kern theilweise umhüllt.

Ist die Oosphäre nunmehr befruchtungsreif, so führt sie einen grossen Kern, welcher neben den Resten des Coenocentrums liegt. Einige kleine, in der Zersetzung begriffene Kerne sind oft noch vorhanden; sie liegen zerstreut im Ooplasma herum. Der Antheridialschlauch führt gewöhnlich mehrere degenerirte Kerne neben einem oder auch wohl zwei grösseren, die augenscheinlich functionstüchtig sind. Der männliche Kern ist, wenn die Pronuclei eben in Berührung treten, viel kleiner als der weibliche, obwohl er immerhin zu dieser Zeit grösser ist als ein gewöhnlicher vegetativer Kern. Eine Kernverschmelzung vollzieht sich nicht sofort, sondern die Pronuclei liegen in den Resten des Coenocentrums eingebettet neben einander. Während dieses Verweilens vergrössert sich der männliche Kern, bis er dem weiblichen an Grösse eventuell gleichkommt oder ihm doch nahezu gleich ist. Dann vollzieht sich die Verschmelzung der beiden Kerne, während beide sich im Ruhestadium befinden.

Ehe die Anhäufung von Nährstoffen in der Oospore weit fortgeschritten ist, theilt sich der Verschmelzungskern und weist dabei eine Kernfigur auf, welche im Vergleich mit denen im Oogonium und in der Oosphäre riesengross genannt werden kann (Fig. 14). Die

1) WAGER, 1900. On the Fertilization of *Peronospora parasitica*. Ann. Bot. **14**, 263.

Kerne in der Dauerspore sind wahrscheinlich zu 30 oder 40 vorhanden.

## Albugo candida.

*Albugo candida* weicht in bemerkenswerthem Grade von den übrigen Arten in der Art der Oogenese ab, besonders in der Art, wie das Stadium der Zonenabgrenzung erlangt wird. Augenscheinlich findet hier keine vorhergehende Aggregation des Zellplasmas zu Ballen statt, sondern vielmehr eine gleichzeitige Bewegung von der Oogonwand nach dem Centrum hin, wobei nur feine Fäden zurückgelassen werden. Die Kerne sind während dessen in mitotischer Theilung begriffen, annähernd in der Metaphase, und es ist klar, dass dies die erste Kerntheilung darstellt, obwohl hier jene fast völlige Gleichzeitigkeit fehlt, welche für die übrigen Arten von *Albugo* so charakteristisch ist. Es ist jedoch nicht wahrscheinlich, dass ein Kern mehr Theilungen erfährt, als ein anderer, da die Kerne gleichzeitig die frühen Stadien der Prophase und das Spirem durchlaufen. Nur diejenigen Kerne, welche innerhalb der centralen Protoplasmaregion liegen, theilen sich ein zweites Mal. Diejenigen Kerne, welche aussen im Protoplasma liegen, theilen sich nicht, ein Unterschied, welcher bei allen Arten von Albugo vorhanden ist.

Vor dem Eintritt dieser zweiten Mitose, während deren Fortschreiten oder nach deren Vollendung wandern die Kerne nach dem Periplasma hin, bis eventuell alle ausser einem das Ooplasma verlassen haben.

Bei *A. candida* übt das Coenocentrum wie bei *A. Tragopogonis* eine starke Anziehung auf die Kerne der Oosphäre aus. Es ist ganz typisch zu sehen, wie zwei, drei oder mehr Kernspindeln mit ihrem spitzen Ende in dem Coenocentrum eingebettet liegen. Ist die Anziehung während der Mitose ausgesprochen vorhanden, so resultirt oft daraus eine Spindelfigur von beinahe der doppelten Normallänge. Nachfolgende Stadien zeigen Kerne in Zuständen der Metaphase und der Anaphase dem Coenocentrum anhaftend. Die Folge der Mitose unter diesen Umständen ist, dass mehrere Tochterkerne an dem Coenocentrum verankert bleiben. Sie zeigen sich dann mit ihm durch einen pseudopodiumartigen Plasmafaden verknüpft. In späteren Stadien findet man weniger Tochterkerne dem Coenocentrum anhängend, bis eventuell nur ein einziger Kern an ihm haften bleibt. Dieser zurückbleibende Kern nimmt stark an Grösse zu und fungirt später als weiblicher Pronucleus. Das Wachsthum des Kernes während des Contactes mit dem Coenocentrum, welches sowohl bei dieser Art wie bei *A. Tragopogonis* in die Erscheinung tritt, beweist uns, dass das Coenocentrum ein Organ der Ernährung für den einen überlebenden Kern darstellt.

Der einzige wesentliche Punkt, in welchem diese Mittheilung von den Darstellungen früherer Autoren abweicht, ist die Behauptung, dass bei *A. candida* zu keiner Zeit die centrale Region ganz frei von Kernen ist und dass sehr frühzeitig eine anziehende Wirkung von dem Coenocentrum ausgeht, welche zu dem Ergebniss führt, dass ein Kern zurückbehalten wird, während die anderen aus der Oosphäre herausgeschafft werden. In dieser Hinsicht unterscheidet sich *A. candida* von den übrigen Arten der Gattung *Albugo.*

Die bisher bekannt gewordenen Formen der Gattung *Albugo* stellen eine interessante Reihe dar, und die cytologischen Erscheinungen sind ganz einzige. Die Beziehungen, welche diese Beobachtungen und feinere Einzelheiten der Zellenlehre zu allgemeineren Theorien und zur Phylogenie ergeben, müssen bis zum demnächstigen Erscheinen meiner ausführlichen Arbeit in der „Botanical Gazette“ aufgeschoben bleiben.

Bonn, Botanisches Institut der Universität.

---

**Erklärung der Abbildungen.**

Alle Figuren sind nach in Chrom-Essigsäure getödtetem und nach Flemming'scher Dreifachfärbung tingirtem Materiale gezeichnet. Die Figuren wurden mit Abbe's Camera unter Anwendung von Leitz' $^{1}/_{16}$ = Objectiv, Apert. 1,30, und der Oculare Nr. 1 und 4 aufgenommen.

---

*Albugo Tragopogonis.*

Fig. 1. Frühes Stadium der Oogenese; das Protoplasma ist zu einer centralen Masse zusammengeballt; die Kerne nähern sich der Metaphase; eine schwache Andeutung des Coenocentrums erscheint im Centrum. Vergr. 857.

„ 2. Ein wenig weiter entwickelter Zustand. Das Oogonium steht gerade vor der Zonenabgrenzung, die Kerne sind nahe der Metaphase; weder im Oogonium, noch im Antheridium ist eine scharfe Trennung zwischen Ooplasma und Periplasma vorhanden. Vergr. 857.

„ 3. Ein wenig älter als der in Fig. 2 dargestellte Zustand. Die Anaphase der ersten Kerntheilung ist erreicht, die Tochterkerne treten in das Ooplasma ein; Ooplasma und Periplasma sind scharf gesondert.

„ 4. Zustand unmittelbar nach der ersten Theilung; die primären Oosphärenkerne bewegen sich nach dem Coenocentrum hin; zwei derselben sind stark in die Länge gezogen; Sonderung zwischen Ooplasma und Periplasma scharf, Plasmoderm wahrscheinlich vorhanden und viele Periplasmakerne sich an dasselbe anschmiegend. Das Coenocentrum tritt stark hervor. Vergr. 857.

„ 5. Zustand ein wenig weiter, wie in Fig. 3. Ooplasma und Periplasma durch deutliches Plasmoderm geschieden; Oosphäre vielkernig, Coenocentrum zu einer homogenen Kugel zusammengezogen und von dichtem Protoplasma umgeben; die primären Oosphärenkerne vom Coenocentrum angezogen. Vergr. 857.

„ 6. Metaphase und zweite Mitose; mehrere Kerne dem Coenocentrum angeheftet, die Periplasmakerne nicht in Theilung, das Plasmoderm gut begrenzt, das Coenocentrum dunkel gefärbt und nicht homogen. Vergr. 857.

Fig. 7. Antheridialschlauch nahezu reif zum Oeffnen, mehrere Kerne führend. Kerne in zweiter Mitose. Vergr. 857.
„ 8. Aehnlich der Fig. 6. Kerne in zweiter Anaphase. Vergr. 857.
„ 9. Ein weiblicher Pronucleus neben dem Coenocentrum liegend. Vergr. 1366.
„ 10. Nach dem Oeffnen des Antheridialschlauches. Vergr. 857.
„ 11. Männlicher und weiblicher Kern in Berührung, umhüllt von den Resten des Coenocentrums. Vergr. 1366.
„ 12. Sich auflösende Kerne. Vergr. 1366.
„ 13. Verschmelzungskern und Reste des Coenocentrums. Vergr. 1366.
„ 14. Anaphase der ersten Theilung des Verschmelzungskernes. Vergr. 1366.
„ 15. Dauerspore. Vergr. 857.
„ 16. Empfängnisspapille. Vergr. 857.

## 23. R. Marloth: Die Ornithophilie in der Flora Süd-Afrikas.

Eingegangen am 18. März 1901.

Durch die Veröffentlichung von VOLKENS[1]) „Ueber die Bestäubung einiger Loranthaceen und Proteaceen“ ist meine Aufmerksamkeit auf die Arbeit von JOHOW[2]) gelenkt worden, und da darin die Ornithophilie vieler Pflanzen, besonders aus der südafrikanischen Flora bezweifelt oder bestritten wird, so dürfte es von einigem Interesse sein, weitere an Ort und Stelle gemachte Beobachtungen zusammenzustellen.

Ich muss gleich von vornherein bemerken, dass es für hier am Kap lebende Beobachter gar keine Frage ist, ob die Honigvögel[3]) die Blüthen wirklich des Nektars wegen oder nur wegen der darin befindlichen Insecten aufsuchen. Viele der betreffenden Pflanzenarten enthalten nämlich fast niemals Insecten in den Blüthen, sondern aber reichlich Honig ab. Andrerseits findet man beim Tödten der Vögelchen, welches auch hier leider von bösen Buben sowohl zum Zeitvertreib als auch von Erwachsenen des Gefieders wegen geschieht, reichlich Honig, aber häufig keine Insecten in dem Kropf der Thierchen. Dass diese Vögel aber auch mehr oder weniger regelmässig Insecten fressen, ist ebenso sicher, denn ab und zu findet man die Ueberbleibsel derselben in Kropf und Magen der Vögel, bei einigen Arten häufiger, bei anderen seltener.

1) G. VOLKENS, Ueber die Bestäubung einiger Loranthaceen und Proteaceen. In: „Botanische Untersuchungen“, S. SCHWENDENER zum 10. 2. 1899 dargereicht. Berlin 1899.

2) F. JOHOW, Sitzungsberichte der Akad. der Wiss. Berlin 1898.

3) Hier meist sugarbirds, richtiger, aber nur selten sunbirds genannt.

Bei vielen der von SCOTT-ELLIOT[1]) erwähnten Pflanzen habe ich den Besuch durch Honigvögel ebenfalls beobachtet, ausserdem aber noch bei den folgenden: *Erica mammosa*, *E. concinna*, *E. cerinthoides* und *E. brachialis*, häufig besucht von *Cynniris chalybea*. *Erica coccinea* und *E. tubiflora*, häufig besucht von *Orthobaphes violaceus* L. *Leucospermum conocarpum* R. Br. und *L. ellipticum* R. Br. häufig von *Promerops cafer*[2]) L., *Mimetes cucullatum* und *M. hirtum* var. *Orthobaphes*.

Die Schilderung der Entwickelung der Blüthen von *Protea kilimandscharica* und der Art und Weise der Ausstreuung des Pollens beim Besuch durch Vögel, wie von VOLKENS gegeben, kann mit geringen Abweichungen auch auf alle von SCOTT-ELLIOT und mir erwähnten Proteaceen — im Ganzen 13 Arten — angewendet werden. Ein Umstand ist dabei jedoch noch nicht erwähnt worden, und das ist die sehr scharf ausgeprägte Proterandrie dieser Blüthen. So lange die Narbe noch von den die Antheren tragenden Kelchzipfeln eingeschlossen ist, besitzt dieselbe keine Papillen und ist also nicht empfängnissfähig; das Griffelende dient dann eben nur zur Ausstreuung des Pollens, sobald durch den ihn berührenden Vogelschnabel die Spannung ausgelöst und das Ende der Perianthröhre gleichzeitig gespalten wird. Mit diesem Zeitpunkte, also beim Oeffnen des Perianths, ist die Function der Antheren erschöpft, denn sie verwelken nun zugleich mit den schlaff herabhängenden Kelchzipfeln. Die Griffel jedoch bleiben noch längere Zeit gerade gestreckt und steif stehen, und da das Oeffnen der Blüthen wie bei den Compositen in centripetaler Ordnung erfolgt, so sind natürlich die Griffel der äusseren Blüthen im zweiten Stadium, wenn die inneren oder innersten Blüthen ihren Pollen explosionsartig nach aussen streuen. Es erfolgt also unbedingt Kreuzung, auch wenn die Vögel den Blüthenstaub gar nicht weiter tragen würden. Doch das geschieht ausserdem auch noch. Die Proterandrie der *Protea*- und *Leucospermum*-Arten ist so ausgesprochen, dass die Blüthenköpfe schliesslich nur die Griffel sämmtlicher Blüthen zeigen, und zwar nicht nur bei *Protea*, wo die Griffel überhaupt stehen bleiben und nachher der Samenverbreitung dienen, sondern auch bei *Leucospermum*, wo sie schliesslich abfallen.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich auch eine Bemerkung von SCOTT-ELLIOT aufklären. Er sagt, dass er den Zweck der starken Behaarung des Fruchtknotens von *Protea mellifera* nicht verstehen könne, da derselbe doch in der Kelchröhre eingeschlossen sei und die Haare also nichts mit der Pollen-Uebertragung zu thun haben

---

1) SCOTT-ELLIOT, Ornithophilous flowers in South-Africa. Annals of Botany, vol. IV, p. 265.

2) SCOTT-ELLIOT sowohl wie VOLKENS schreiben durchgängig *P. caper*, was aber unrichtig ist.

können. Das haben sie auch nicht, denn sie dienen nicht der Befruchtung, sondern später der Samenverbreitung. Sie sind allerdings schon auf dem Fruchtknoten vorhanden, entwickeln sich aber erst während des Reifens der Früchtchen zu Borsten. Schliesslich werden sie so steif, dass sie in Folge des abwechselnden Feuchtwerdens und Austrocknens die Früchtchen aus dem Involucrum herausdrängen und sie auch noch nachher, wenn dieselben durch den Wind verbreitet worden sind, auf dem Boden weiter bewegen, wie das ja von vielen anderen hüpfenden Samen und Früchten bekannt ist. Ich habe diesen Vorgang nicht nur bei *Protea mellifera*, sondern auch bei *P. cordata* und vielen anderen Arten dieser Gattung oft beobachtet.

*Cotyledon orbiculata* L. und *C. tuberculosa* Lam. werden sehr häufig von *Nectarinia famosa* besucht. Die Karpelle tragen am Grunde grosse schüsselförmige Nektarien, welche so viel Honig absondern, dass man ihn mit der Zunge schmecken kann. Die Kronröhre ist 16—20 *mm* lang, aber am Schlunde ziemlich weit, so dass der Vogel nicht nur den Schnabel, sondern auch den vorderen Theil des Kopfes hineinstecken kann. Insecten habe ich niemals darin gefunden, dagegen habe ich sowohl bei diesen beiden in der Umgegend von Kapstadt wild wachsenden Arten, als auch bei *C. coruscans*, welche ich aus der Karroo in meinen Garten nach Kapstadt verpflanzt hatte, *N. famosa* häufig beobachtet. Bei den Pflanzen in meinem Garten kam ein Pärchen der Vögel regelmässig jeden Morgen und Abend die Blüthen auszusaugen, trotzdem hier keine Insecten darin waren. Dass diese Besuche Kreuzung vermitteln müssen, ist unzweifelhaft, denn während die zehn Staubgefässe ihre Antheren eine nach der anderen entwickeln, bleiben die fünf Griffel fest an einander gepresst, dann aber entwickeln sie ihre pinselförmigen Narben und biegen sich nach aussen um.

Ganz ähnlich verhält sich *Rochea coccinea*, deren Blumenblätter so dicht zusammenliegen, dass sie eine 20—25 *mm* lange Röhre bilden. Diese Pflanze ist übrigens ein gutes Beispiel dafür, dass bei derselben Art verschiedene Vermittler die Bestäubung bewirken können, denn öfter noch als von *Orthobaphes* werden die Blüthen von einem Schmetterling, *Meneris Tulbaghia*, besucht.

*Leonotis Leonurus*, eine in der Umgegend von Kapstadt häufige Pflanze, wird viel von *Nectarinia famosa*, und *Watsonia Meriana*, welche auf den Bergen häufig ist, regelmässig von *N. chalybea* und *Orthobaphes* besucht.

Die Anzahl der in den Arbeiten von SCOTT-ELLIOT, EVANS und mir erwähnten südafrikanischen Pflanzenarten, welche regelmässig von Nectarinien besucht und nach meinen Beobachtungen des Nektars wegen besucht werden, ist 40, welche sich auf 19 Gattungen aus 12 Familien vertheilen. Es ist daher klar, dass die Ornithophilie in

der Flora Süd-Afrikas eine beträchtliche Rolle spielt. Andrerseits darf man nicht übersehen, dass diese Vögel sich nicht auf diejenigen Gewächse beschränken, welche ausschliesslich auf sie angewiesen sind, sondern je nach Umständen auch andere besuchen, deren Honig auch Bienen und anderen kurzrüsseligen Insecten zugängig ist. So kann man *Nectarinia chalybea* häufig auf den Blüthen verschiedener eingeführter Gewächse sehen, wie z. B. auf *Eucalyptus globulus*, *Eriobotrya japonica* [Loquat], *Nicotiana glauca*, *Canna indica* u. a. Ob hier Insecten oder Honig die Hauptanziehung bilden, will ich dahingestellt sein lassen.

Zum Schluss möchte ich noch bemerken, dass die Rolle, welche Nectarien bei der Befruchtung mehrerer *Loranthus*-Arten spielen, zuerst von EVANS[1]) ausführlich beschrieben worden ist und zwar für *L. Kraussianus* und *L. Dregei*, welche in Natal regelmässig von *Cynniris olivaceus* und *C. Verreauxi* besucht werden.

## Zusatz zu „R. Marloth", Ornithophilie in Süd-Afrika.

Es ist jedenfalls auch von Interesse zu sehen, was ein Ornithologe in dieser Frage zu sagen hat. In dem erst vor Kurzem erschienenen Handbuch[2]) der Vögel Süd-Afrikas, welches das Gebiet bis zum Zambesi einschliesst, werden die Zuckervögel sämmtlich als Nektarsauger und Insectenfresser bezeichnet. Es sind 18 Arten, nämlich 15 *Nectariniidae* (*Cynniris* 12 Arten; *Nectarinia famosa*; *Anthobaphes violacea* und *Anthothreptes collaris*) und *Zosterops capensis*, sowie 2 Arten von *Promerops*, nämlich *P. cafer* und *P. guerneyi*.

Ausser diesen werden aber noch ein Verwandter des Kanarienvogels (*Serinus icterus*), sowie zwei Webervögel (*Hyphantornis spilonotus* und *Sitagra capensis*) ganz besonders als Nektar saugend erwähnt. Der Verfasser hat diese Vögel häufig auf *Aloe*- und *Protea*-Arten beobachtet und gesehen, dass die Federn des Vorderkopfes oft mit Nektar gesättigt und mit Pollen ganz bedeckt waren. Dass diese Vögel, also im Ganzen 21 Arten, von denen einige sehr häufig sind, eine wichtige Rolle als Vermittler der Fremdbestäubung spielen, ist auch hiernach unzweifelhaft.

Leider wird sich die Fortsetzung dieses Werkes sehr verzögern. Der Verfasser, von Beruf Arzt, befand sich in Natal, als der Krieg ausbrach. So schloss er sich der Ambulanz in Ladysmith an und wurde während der Belagerung durch eine Bombe getödtet.

1) MAURICE S. EVANS, The fertilisation of *Loranthus Kraussianus* and *L. Dregei* in „Nature". January 1895.

2) A. C. STARK, The Birds of South-Africa, vol. I. London 1900. Behandelt nur einen Theil der Passeres.

# 24. F. Heydrich: Bietet die Foslie'sche Melobesien-Systematik eine sichere Begrenzung?

Eingegangen am 25. März 1901.

## Eine Entgegnung.

Seit einigen Jahren hat FOSLIE in verschiedenen Entgegnungen sich bemüht, mir Irrthümer nachzuweisen oder die Ergebnisse meiner Beobachtungen in Zweifel zu ziehen. Einen Hauptpunkt seiner beiden ersten Entgegnungen[1][2]) hat er zwar am 11. Juni 1900 in diesen Berichten (S. 240) als einen Irrthum anerkannt und vollständig widerrufen mit den Worten: „Freilich habe ich einmal, wie von HEYDRICH angeführt, in einem einzelnen mir von HEYDRICH zugestellten Präparate geleerte, vom Thallus überwachsene Sporangien bei diesem Geschlechte (*Sporolithon* Heydr.) als Höhlen thierischer Eingriffe aufgefasst." Ein neuer Artikel[3]) aber strotzt von Wendungen wie „unrichtige Darstellung", irreleitende Anführungen", „Ueberschreiten von Regeln", „verwerfliche Note", „unrichtige Bestimmung", „problematische Arbeit", „unrichtige Citate", „Umgehen der Nomenklaturregeln", so dass es mir falsch gedeutet werden könnte, wenn ich hierzu schweigen wollte. Deshalb entgegne ich Folgendes:

Auf Seite 339 dieser Entgegnung, Absatz 1, behauptet FOSLIE, ich hätte in meiner systematischen Skizze fossiler Melobesieae[4]) (S. 79) eine „unrichtige Darstellung" seines Systems gegeben, und er wiederholt diese Behauptung in seinen jetzigen Bemerkungen[5]). Worin aber diese „unrichtige Darstellung" besteht, verschweigt er; er will „kein System der fossilen, sondern nur der recenten" aufgestellt haben, mischt aber dabei sämmtliche fossile Species unter die recenten und stellt sogar ein fossiles Genus auf. Da ich nun sage, dass er eine Eintheilung für fossile gleichzeitig mit geschrieben hat, erklärt er dies für „unrichtige Darstellung". In der That, eine eigenthümliche Auffassung!

Gegen die ausführlichen Beweise meiner Systematik der fossilen

---

1) FOSLIE, Einige Bemerkungen über Melobesieae. Ber. der Deutschen Bot. Ges. 1897, S. 252.

2) FOSLIE, Weiteres über Melobesieae. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1897 S. 521.

3) Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1900, S. 339, 340.

4) Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1900.

5) Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1900, S. 339.

Melobesieae[1]), also gegen die wissenschaftliche Seite meiner Ausführungen erwidert er kein Wort.

Worin ferner die in demselben Absatz S. 339 mir vorgeworfene „unrichtige Darstellung" in den „Lithothamnien von Helgoland"[2]) besteht, verkündet FOSLIE überhaupt nicht: eine Vertheidigung ist mir also unmöglich.

Weiter sollen sich „irreleitende Anführungen" in meiner Arbeit über den „Weiteren Ausbau des Corallinensystems"[3]) finden: worin diese „irreleitenden Anführungen" liegen, sagt FOSLIE nicht. Es ist mir also kein Mittel gegeben, ihm entgegenzutreten. Im Anschluss hieran erklärt er sogar: „Es kann überflüssig sein, dies näher darzulegen." Nun, ich meine, wenn angeklagt wird, kann ein Beweis niemals als überflüssig bezeichnet werden. Ebenso wie oben, wo ich dies bereits hervorhob, sind seine Einwände auch hier mehr formeller Natur und richten sich gegen nebensächliche Einzelheiten; gegen meine in obiger Arbeit genau dargelegten, auf wissenschaftlicher Grundlage beruhenden Ansichten im Allgemeinen erhebt er kein Wort des Widerspruches.

Doch nun zum zweiten Absatz seiner Angriffe, S. 339. Hier heisst es: „Auch in anderer Hinsicht überschreitet HEYDRICH die gewöhnlichen Regeln für wissenschaftliche Arbeit."

Der Grund, welcher mich veranlasste, die FOSLIE'sche Systematik von 1898 (Systematical Survey) und mithin das Genus *Phymatolithon* nicht anzunehmen, liegt in der Unsicherheit der Begrenzungen innerhalb dieses Systems. Auf diese Unsicherheit wies ich in meiner Helgoländer Arbeit (S. 74) ausdrücklich hin. Wie recht ich aber gethan, mich an dieses System nicht zu binden, beweist FOSLIE selbst durch seine Liste von 1900[4]). Hier stellt er (S. 5, Anm. 1) in Aussicht, dass *Clathromorphum* vielleicht als Subgenus von *Phymatolithon* aufzufassen sei, trotzdem sein Eintheilungsprincip nicht verändert wird! Mithin bezeugt er hierdurch, dass diese Genera vollkommen unsicher begrenzt sind, da der Autor selbst nicht weiss, ob gewisse Species zu diesem oder jenem Genus gehören. Dies sah ich voraus, und deshalb ging ich nicht auf diese Systematik ein. Wie kann ein System acceptirt werden, dessen Grundlagen man als unsicher erkennt und dessen Unsicherheit der Autor selbst bestätigt? Damit wäre der Erkenntniss dieser schwierigen Klasse wenig gedient gewesen, und jeder spätere Autor hätte sagen können,

1) F. HEYDRICH, Eine systematische Skizze fossiler Melobesieae. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1900, S. 79—83.

2) F. HEYDRICH, Die Lithothamnien von Helgoland. Wissensch. Meeresuntersuchungen. Abth. Helgol., Bd. 1900.

3) Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1900, S. 310—317.

4) FOSLIE, Rev. Syst. Surv. of the Melobesieae in K. Norske V. S. S. 1900.

dass dies doch anders sei, und nicht so, wie ich es aufgefasst hätte. Dieser Möglichkeit wollte ich mich nicht aussetzen, sondern einen absolut sicheren Begriff schaffen. Ob damit die „Regeln für wissenschaftliche Arbeiten überschritten“ sind, dies zu beurtheilen überlasse ich dem geneigten Leser.

## Beweise für die Unsicherheit des Foslie'schen Systems.

Durch die soeben citirte Bemerkung sehe ich mich veranlasst, weitere Beweise für die Unsicherheit des FOSLIE'schen Systems mitzutheilen.

In Rev. System. Survey, 1900, S. 3[1]) schreibt FOSLIE: „ich veröffentlichte kurz nach meinen letzten „Bemerkungen“ eine vorläufige systematische Uebersicht, obgleich dieses System bis dahin noch nicht völlig durchgearbeitet war.“

Auf Seite 6 der Liste von 1900 gesteht FOSLIE zu, dass diese Liste von der 1898er sich etwas unterscheide, hauptsächlich, dass die Grenzen von *Goniolithon* etwas modificirt seien. „Von dem Genus *Lepidomorphum*“, fährt er fort, „ist thatsächlich gefunden worden, dass es eng verwandt mit *Lithophyllum* ist“ etc., so dass der grösste Theil von *Goniolithon* zu *Lithophyllum* zu zählen sei; mithin nähert er sich vollständig meiner Ansicht, wie ich sie in „Melobesiae“[2]), S. 409, dargelegt habe.

In der Liste von

1898 hiess es *Melobesia Notarisii*, in der von 1900 *Goniolithon Notarisii*.
1898 *Goniolithon oblimans* (Heydr.) Fosl., 1900 *Lithophyllum oblimans* Heydr.
1898 *Goniolithon tortuosum* (Esp.) Fosl. (gleich *Lithophyllum cristatum* Men.), 1900 *Lithophyllum tortuosum* (Esp.) Fosl.
1898 *Goniolithon platyphyllum* (Sect. II *Cladolithon*), 1900 *Lithophyllum platyphyllum* (*Sectio Eulithophyllum*).
1898 *Lithothamnion orbiculatum*, 1900 *Lithophyllum orbiculatum*.
1898 *Goniolithon onkodes* (Heydr.), 1900 *Lithophyllum onkodes* Heydr.
1898 *Goniolithon congestum*, 1900 *Lithophyllum congestum*.
1898 *Goniolithon byssoides*, 1900 *Lithophyllum byssoides*.
1898 *Goniolithon Bamleri*, 1900 *Lithophyllum Bamleri*.
1898 *Goniolithon elegans*, 1900 *Lithophyllum elegans*.
1898 *Goniolithon Carpophyllii*, 1900 *Lithophyllum Carpophyllii*.
1898 *Goniolithon Marlothii*, 1900 *Lithophyllum Marlothii*.
1898 *Goniolithon papillosum*, 1900 *Lithophyllum papillosum*.
1898 *Goniolithon subtenellum*, 1900 *Lithophyllum subtenellum*.

1) K. Norske Vid. Selsk. Skr. n. 5.
2) Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1897, S. 409.

1898 *Melobesia confinis*, 1900 *Dermatolithon hapalidioides*, f. *confinis*.
1898 *Melobesia* (*Eumelobesia*) *zonale*, 1900 *Melobesia* (*Heteroderma*) *zonalis*.
1898 *Melobesia* (*Eumelobesia*) *coccinea*, 1900 *Melobesia* (*Heteroderma*) *coccinea*.
1898 *Melobesia Novae Zelandiae*, 1900 *Melobesia? Novae Zelandiae*.
1898 bestimmt er *Melobesia prototypus*, 1900 *Dermatolithon? prototypus*.
1898 *Melobesia Laminariae*. 1900 *Dermatolithon macrocarpum* f. *Laminariae*.
1898 *Dermatolithon Lejolisii*, 1900 *Melobesia Lejolisii*.
1898 *Melobesia* (*Eumelobesia*) *coronata*, 1900 *Melobesia Heteroderma coronata*.
1898 *Melobesia hildebrandioides*, 1900 fehlt es.
1898 *Melobesia inaequilaterata*, 1900 *Melobesia farinosa*.
1898 *Melobesia rosea* Ktz., 1900 fehlt es.

## Noch weitere Beispiele.

FOSLIE trennt in seiner Liste von 1898 *Melobesia* und *Dermatolithon* einerseits und *Goniolithon* und *Lithophyllum* andrerseits, trotzdem zwischen den Tetrasporangiengehäusen dieser Genera kein Unterschied zu finden ist, sondern nur im Thallus, wie ich in meiner systematischen Skizze fossiler Lithothamnien[1]) S. 80 und in Melobesiae[2]) nachgewiesen habe. Nimmt man diese Unterschiede in den Vegetationsorganen nicht mit zu Hilfe, so stehen die Genera *Mastophora*, *Corallina*, *Amphiroa* und *Cheilosporum* ausserhalb des Systems, trotzdem sie ähnliche Tetrasporangiengehäuse besitzen wie *Melobesia*, *Dermatolithon* und *Lithophyllum*.

Auf S. 5 der FOSLIE'schen Liste von 1900 lautet Anm. 1: „Würde z. B. *Melobesia Corallinae* unter *Lithophyllum* classificirt, so wie dies Herr HEYDRICH thut, so würde die Consequenz sein, dass diese beiden Genera zu einem verschmelzen würden.“ Nun, zunächst hat FOSLIE sich hier nicht correct ausgedrückt, denn von einer Verschmelzung des ganzen Genus *Melobesia* mit *Lithophyllum* ist hier gar nicht die Rede, sondern nur von der Herübernahme der einen Species *Melobesia Corallinae* in das Genus *Lithophyllum*. Dass aber theilweise FOSLIE mit seiner Bemerkung Recht hat, d. h. dass ein Theil der bisher mit *Melobesia* bezeichneten Pflanzen zu *Lithophyllum* zu ziehen ist, bezweifle ich keinen Augenblick. Ich habe dies deshalb schon vor 3 Jahren[3]) mit *Melobesia Corallina*

1) Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1900.
2) Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1897, S. 408.
3) HEYDRICH *Melobesiae*, II, Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1897, S. 409.

gethan und befürchte, dass das ganze Subgenus *Heteroderma*[1]) dies Schicksal theilen wird.

*Archaeolithothamnion* (Rothpl.) Fosl.
*Archaeolithothamnion crispatum* (Hauck) Fosl.
Synonym *Lithothamnion crispatum* (Hauck) Heydr.[2]).

In Foslie, New or critical *Lithothamnia*[3]), wird auf S. 3 mitgetheilt, dass in der Systematical Survey of the *Lithothamnia*[4]) die Section Episporae von *Archaeolithothamnion* auf einem Exemplar aus dem Mittelmeer basirt, welches identisch zu sein scheine mit *Lithophyllum crispatum* Hauck, doch habe der Verfasser nicht die günstige Gelegenheit gehabt, zu entscheiden, ob diese Bestimmung richtig sei oder nicht. Wenn freilich ein Autor auf eine ihm selbst unsichere Bestimmung einer Species hin eine Section eines Genus gründet, dann ist es mit seiner Arbeit schlecht bestellt. Nach der eigenen Erklärung Foslie's kann man die betreffende Pflanze nicht mit Sicherheit zu *Archaeolithothamnion* rechnen, folglich ist die Section dieses Genus durch sie nicht bewiesen[5]).

Foslie erkennt selbst an[6]), dass nach den Sporangien keine genaue Grenze zwischen den Rothpletz'schen fossilen Genera *Archaeolithothamnion*, *Lithothamnion* und *Lithothamniscum* einerseits und *Lithothamnion* andrerseits gezogen werden kann. Er kommt also auch hier meiner Auffassung näher, die Bildung der Fruchthöhlen im Allgemeinen, ohne Unterschied der Früchte selbst, als Eintheilungsprincip für fossile Species zu benutzen.

*Archaeolithothamnion mirabile* Fosl.

Was aber die nächste Species, *Archaeolithothamnion* (Episporae) *mirabile* Fosl. betrifft, so steht doch ausser Zweifel, dass das Hauptkennzeichen von *Sporolithon* und *Archaeolithothamnion* gegenüber *Lithothamnion* besonders in den unregelmässigen Sori sowie in den Zwischenzellen und der Tetrasporangiumzelle selbst besteht. Durch das Erhaltenbleiben dieser Zellen entstehen erst die Zonen im Thallus, was bei den flachkugelförmigen Sori von *Lithothamnion*

1) Foslie, Rev. Syst. Surv. S. 21.

2) Heydrich, Die Lithothamnien des Muséum d'histoire naturelle in Paris. — Engler's botan. Jahrb. 1901 S. 540, Taf. XI, Fig. 4, 8.

3) In k. Norske Vid. Selsk. Skr. 1898, n. 6.

4) In k. Norske Vid. Selsk. Skr. 1898, n. 2.

5) In Heydrich, Die Lithothamnien des Muséum d'histoire naturelle in Paris habe ich S. 540 auf Grund der vorhandenen Sori diese Pflanze, die nach Hauck's Beschreibung mit derjenigen von Tasmanien übereinstimmt, zu *L. crispatum* gezählt. Da Hauck aber weder Sori, noch Zellen angegeben, behalte ich mir für später eventuell eine ergänzende Bestimmung vor.

6) Foslie, Liste 1900, S. 1 Anm. 1.

nicht zutrifft. Herrscht in der Bestimmung einer Species eine Unsicherheit vor, dann wird man erst in zweiter Linie die Theilung der Tetrasporangien und die weiblichen Organe zu Hilfe ziehen.

Nun sollen nach FOSLIE[1]) die Sporangien von *Archaeolithothamnion mirabile* am häufigsten wie sorusförmige Conceptakel von *Lithothamnion* sein, rund, beinahe rund oder länglich, 400–500 $\mu$ im Durchmesser, mit 30 Pori (S. 4). Wenn diese Merkmale zutreffen, so kann die Pflanze weder zu *Archaeolithothamnion*, noch zu *Sporolithon* gezählt werden, weil die Sori nicht „zonenförmig" sind, auch bisher noch keine Zwischenzellen gefunden wurden, die Tetrasporangien unsicher in der Theilung erkannt und noch weniger irgend welche Geschlechtsorgane beobachtet werden konnten.

*Archaeolithothamnion Foslei* Fosl.

Vollkommen unrichtig aber ist die Zuzählung von *Lithophyllum Foslei* Heydr.[2]) zu *Archaeolithothamnion.* Ich bin mehr als erstaunt, worin FOSLIE den Grund findet, diese Species hierher zu zählen. Nachdem ich in HEYDRICH[2]) „*Corallinaceae*" diese Pflanze als *Lithothamnion Foslei* Heydr. bestimmt hatte, erklärte FOSLIE[3]), es sei ein ächtes *Lithothamnion incrustans.* Drei Jahre später, in seiner Abhandlung über die Systematik der *Melobesieae*[4]) sagt FOSLIE wörtlich: „Die Sporangien dieser Art (*Lithophyllum Foslei* Heydr.) sind unbekannt." Trotzdem rechnet er in seiner Liste von 1898[5]) diese Alge zu *Archaeolithothamnion Foslei* (Heydr.) Fosl., natürlich ohne die geringsten Beweise[6]). Selbstverständlich habe ich mir darauf hin die Reproductionsorgane gründlich angesehen und habe bisher nur leere Conceptakel (mit einem Porus) entdecken können. Oder sollte vielleicht meine Mittheilung[7]), dass der Thallus sich aus grossen und kleinen Zellen zusammensetzt (vergl. Abb. S. 59), die unschuldige Veranlassung für FOSLIE gewesen sein, hier etwas Aehnliches wie bei *Sporolithon* zu erblicken und die Pflanze danach zu classificiren? Hoffentlich wird hier die Erklärung nicht ausbleiben.

Jedenfalls werde ich vorläufig an meiner Auffassung festhalten und diese Pflanze nicht eher von *Lithophyllum* (Phil.) Heydr.[8])

1) FOSLIE, Some new or critical Lithoth. 1898, p. 4.

2) HEYDRICH, Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1897, S. 58.

3) FOSLIE, Einige Bemerkungen über *Melobesieae.* — Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1897, S. 250.

4) In Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1900, S. 240.

5) FOSLIE, Liste etc. 1898, S. 4.

6) Herr FOSLIE schrieb seiner Zeit, dass man nach Bruchstücken sehr schwer Bestimmungen ausführen könne, und nun diese Sicherheit!

7) HEYDRICH, *Corallinaceae*, insbesondere *Melobesieae.* — Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1897.

8) HEYDRICH, *Melobesiae* II, Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1897, S. 440.

trennen, als bis die Sporen von *L. Foslei* aufgefunden sind und ihre Beschaffenheit die Nothwendigkeit dieser Trennung erweist.

Die Section Episporae von *Archaeolithothamnion* ist also zu streichen.

Ausserdem beschreibt FOSLIE die Cystocarpien von *Archaeolithothamnion* Rothpl., trotzdem weder diese, noch die Tetrasporen bisher beobachtet worden sind. Er nimmt eben ohne Weiteres an, da die Tetrasporangien von *Sporolithon* Heydr. und *Archaeolithothamnion* Rothpletz in Zonen gelagert sind, so seien Tetrasporen und weibliche Organe auch von gleicher Beschaffenheit — eine Annahme, die durch nichts bewiesen ist.

Auch gebührt die Priorität für das Genus *Archaeolithothamnion* nicht FOSLIE, sondern ROTHPLETZ allein. Im Uebrigen verweise ich auf meine Darstellungen in HEYDRICH, Eine systematische Skizze fossiler *Melobesieae*[1]) S. 80, welche FOSLIE bisher nirgends bestritten oder widerlegt hat. Bis zu dieser Widerlegung halte ich meine Systematik sowohl der recenten[2]) als auch der fossilen aufrecht.

Es zeugt ja wohl auch von einer ziemlich unfreundlichen Gesinnung, wenn jemand von einem andern ein mikroskopisches Präparat erhält und dieses zu einem völlig unberechtigten Angriff auf den Geber benutzt, den er später selbst gezwungen ist zurückzunehmen. Denn so und nicht anders ist es mit dem Präparat und den Exemplaren von *Sporolithon* geschehen. Anfang 1897 sandte ich FOSLIE das Material; Mitte 1897[3]) behauptet er, dass die Tetrasporangien von *Sporolithon* thierische Eingriffe seien; Ende 1897[4]) erscheint ihm mein Genus *Sporolithon* nur noch zweifelhaft; 1898[5]) stellt er selbst statt *Sporolithon Archaeolithothamnion* auf, und erst 1900[6]) gesteht er öffentlich seinen Irrthum ein.

Was die so „verwerfliche" Art *L. emboloides* betrifft, so wundere ich mich nur, dass FOSLIE[7]) so viel Zeit braucht, um diese erst „bei späterer Gelegenheit näher zu beleuchten", wie er sich ausdrückt.

---

1) Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1900, S. 79.

2) F. Heydrich, Weiterer Ausbau des Corallineensystems. — Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1900, S. 310.

3) Foslie, Einige Bemerkungen über Melobesieae. — Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1897, S. 254—256.

4) Foslie, Weiteres über Melobesieae. — Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1897, S. 523.

5) Foslie, List of Species of Lithoth. — Norske Vid. Selsk. Skr. 1898, S. 4.

6) Foslie, Syst. der Melobesieae. — Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1900, S. 240, Anm. 4.

7) Foslie, Bemerkungen über Heydrich, Die Lith. von Helgoland. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1900, S. 340.

*Lithothamnion Lenormandi.*

In dem Streit um die Nomenklatur von *Lithothamnion Lenormandi*[1]) scheint die Entscheidung zu meinen Gunsten auszufallen, da FOSLIE gegen meine Ausführungen nur allgemeine Bemerkungen, nicht aber eine wissenschaftliche Widerlegung vorzubringen weiss[2]).

## Foslie's Zurücknahme seiner Behauptungen.

Die wenig höfliche Art und Weise, wie FOSLIE die Arbeiten anderer herabzusetzen sucht, um schliesslich nicht nur den Beweis schuldig zu bleiben, sondern womöglich das vorher Bestrittene ohne jeden Commentar zu verwerthen, wird charakterisirt durch folgende Thatsachen:

In HEYDRICH, *Corallinaceae*[3]) hatte ich folgende Species als neu aufgestellt:

*Sporolithon* Heydrich, von FOSLIE anfangs bestritten[4]), später anerkannt[5]).

*Lithophyllum oblimans* Heydr.[3]), von FOSLIE anfangs als *Sporolithon* angesehen[6]), später von ihm als *Lithophyllum oblimans* Heydr. anerkannt[7]).

*Lithophyllum Kaiserii* betrachtet FOSLIE[7]) als eine Form von *L. racemus* (Lam.), trotzdem Wachsthum, Verzweigung und Conceptakel ganz andere sind[8]).

*Lithothamnion Marlothii* Heydr. erklärt FOSLIE[9]) als vielleicht zu *Lithothamnion crassum* gehörig, trotzdem er selbst eingesteht, dass er das Exemplar noch nicht vollständig untersucht habe[9]). Eine Discussion ohne Gleichen! Später erkennt er die Species an[10]).

*Lithothamnion falsellum* Heydr. In der Betrachtung hierüber

1) HEYDRICH, Die Lithothamnien von Helgoland. Wissensch. Meeresunters. Abth. Helgol. 1900, S. 78.

2) FOSLIE, Bemerkungen zu F. HEYDRICH's Arbeit „Die Lithoth. von Helgol.“ Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1900, S. 340.

3) Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1897.

4) FOSLIE, Bemerkungen über Melobesieae. — Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1897, S. 252.

5) FOSLIE, Systematik der Melobesieae. — Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1900, S. 240, Anm. 4.

6) FOSLIE, Weiteres über Melobesieae. — Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1897, S. 257, und 1897, S. 524.

7) FOSLIE, Rev. Syst. Survey of the Melobesieae. — K. Norske V. Selsk. Skr. 1900, S. 17.

8) HEYDRICH, *Corallineae.* — Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1897, S. 64.

9) FOSLIE, Bemerk. über Melob. Ber. der Deutschen Bot. Ges. 1897, S. 259.

10) FOSLIE, Rev. Syst. Surv. of the Melob. K. Norske Vid. Selsk. Skr. 1900, S. 20.

lässt Foslie[1]) durchfühlen, dass die Species zweifelhaft sei, dann erkennt er sie an[2]) und trennt sogar zwei Formen.

*Lithophyllum Foslei* Heydr. wurde von Foslie als *L. incrustans* bezeichnet[3]), dann aber ohne Ursache als *Archaeolithothamnion Foslei* (Heydr.) Fosl. aufgestellt[4]).

Was den letzten Punkt der Foslie'schen Anklage betrifft[5]), dass die von mir als *Lithothamnion testaceum* bestimmte Pflanze *Eleutherospora polymorpha* sei, so ist dergleichen zunächst auch anderen Leuten widerfahren. Ich erinnere nur an den eigenen Irrthum Foslie's, der einige Jahre *Lithothamnion testaceum*[6]) als eigene Art aufführte, um erst jetzt zu der Erkenntniss zu kommen, dass es zu *Lithothamnion compactum* gehöre[7]).

Nach der Foslie'schen Beschreibung stimmte die Helgoländer Alge recht wohl mit *Lithothamnion testaceum* Fosl. überein. Wenn jetzt Foslie diese Species nicht als existenzberechtigt ansieht, sondern seine eigene Auffassung über Bord wirft, dann werde ich später darthun, wohin die Pflanze gehört.

Was die Bemerkung Foslie's, S. 340, anbelangt: „und zwar so ausgeprägt, dass, wenn auch das Exemplar steril gewesen wäre, man es doch nicht mit einer anderen Art verwechseln hätte können", — so ist dies eine jener Wendungen, welche einen eventuellen Rückgang offen lassen. Bei einer Discussion ist es angebracht, sich bestimmter Ausdrücke zu bedienen. Uebrigens entbehrt diese Discussion nicht ganz des Komischen: Foslie wirft mir meine „Sicherheit", ich ihm seine „Unsicherheit" vor.

Da aber Foslie eine Beweisführung vermeidet und nur seine Autorität in die Wagschale wirft, so möchte ich bemerken, dass die in meiner Helgoländer Arbeit von mir als *Lithothamnion testaceum* bestimmte Alge Zellen mit 6—7 körnigen Chromotophoren besitzt, dass keine mikroskopische Streifung der Oberfläche vorhanden ist und dass der Durchmesser des Sorus kaum 100—120 $\mu$ beträgt, — Merkmale, die niemals bei *Eleutherospora polymorpha* auftreten.

1) Foslie, Weiteres über Melob. Ber. der Deutschen Bot. Ges. 1897, S. 254.

2) Foslie, Rev. Syst. Survey. K. Norske Vid. Selsk. Skr. 1900, S. 14.

3) Foslie, Bemerk. über Melob. Ber. der Deutschen Bot. Ges. 1897, S. 259.

4) Foslie, List of Species of the Lithoth. K. Norske Vid. Selsk. Skr. 1898, n. 3, S. 4.

5) Foslie, Bemerkungen zu Heydrich's Arbeit von Helg., Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1900, S. 340.

6) Foslie, The Norw. Forms of Lithoth., S. 107.

7) Foslie, Rev. Syst. Survey of the Melobesieae. K. Norske Vid. Selsk. Skr. 1900, n. 5, S. 10.

Mithin ist die Behauptung FOSLIE'S, dass ich ein Exemplar von *Eleutherospora polymorpha* als *Lithothamnion testaceum* bestimmt habe. hinfällig.

## Foslie'sche Abänderungen und unrichtige Bestimmungen.

Ich hebe diese Abänderungen hier nur aus dem Grunde hervor, um zu beweisen, dass FOSLIE ungefähr 30 Mal dasjenige selbst gethan, was er mir mit folgenden Worten, ohne jeden Beweis, zu rügen versucht: „Indessen nach der Sicherheit, womit er sich ausspricht, und den allgemeinen Bemerkungen, ber. l. c. S. 65, hätte man erwarten können, dass er das aus Helgoland vorliegende Material richtig hätte bestimmen können". Vertauscht man das Wort „Helgoland" in diesem Satz mit „Norwegen", so kann man ihn sehr wohl auch auf FOSLIE anwenden.

*Lithothamnion coalescens* von FOSLIE aufgestellt[1]), später gehört es *Lithothamnion circumscriptum* Strömf. an[2]).
*Lithothamnion divergens* von FOSLIE aufgestellt[3]), wird später eine Form von *Lithothamnion Ungeri* Kj.[4]).
*Lithothamnion dehiscens* von FOSLIE aufgestellt[5]), später aber falsch anerkannt und zu *Lithothamnion fornicatum* Foslie gerechnet[6]).
*Lithothamnion gracilescens* von FOSLIE aufgestellt[7]), später als falsch anerkannt und zu *Lithothamnion nodulosum* Fosl. gerechnet[8]).

Wie ein und dieselbe Pflanze von FOSLIE verschieden behandelt wurde, theilweise ohne Litteratur-Angabe, beweist *Lithothamnion australe* Fosl.:

In Norw. Lithoth. S. 62: *Lithothamnion coralloides* f. *australis* Fosl.
In der 1898 er Liste S. 5: *Lithothamnion squarrulosum* f. *australis* Fosl.
In der Rev. Syst. Surv. S. 13: *Lithothamnion australe* f. *americana* Foslie.
*Lithothamnion congregatum* in FOSLIE, Norw. Lithothamnia S. 114. in der Liste von 1900 *Lithothamnion nodulosum* Fosl.
Ob in der Liste von 1898 S. 4 *Lithothamnion squarrulosum* Fosl. mit 3 Formen, in der Liste von 1900 *Lithothamnion calcareum* f. *squarrosa* Fosl. dasselbe ist, ist nicht zu erkennen.

1) FOSLIE, Norw. Lithoth. S. 134.
2) FOSLIE, Rev. Syst. Survey of the Melob. K. Norsk. Vid. Selsk. Skr. 1900. S. 10.
3) FOSLIE, Norw. Lithoth. S. 68.
4) FOSLIE, Rev. Syst. Surv. S. 11.
5) FOSLIE, Norw. Lithoth. S. 44.
6) FOSLIE, Rev. Syst. Surv. S. 12.
7) FOSLIE, Norw. Lithoth. S 59.
8) FOSLIE, Rev. Syst. Survey S. 13.

*Lithothamnion Digneti* Hariot bestimmte FOSLIE in New or Critical Lithothamn. 1895 S. 5 fälschlich als *Lithothamnion dentatum* (Ktz.) Aresch.

In Norw. Lithoth. wird ein *Lithothamnion squarrulosum* Fosl. aufgeführt, in der Liste von 1900 S. 15 steht es als *Lithothamnion Lenormandi.*

1898 gehört *Lithothamnion investiens* zu den Evanidae, 1900 zu den Innatae.

1898 gehört *Lithothamnion squarrulosum* f. *australis* zu den Innatae, 1900 *Lithothamnion australe* zu den Evanidae.

*Lithothamnium Mülleri* ist nach ROSANOFF Taf. 6, Fig. 10 den Innatae zuzuzählen, nach FOSLIE den Evanidae.

1898 ist *Lithothamnion colliculosum* in drei Formen getheilt, 1900 ist es ohne Formen.

1898 sagt FOSLIE *Lithothamniom breviaxe*, 1900 *Lithothamnion Ungeri* f. *breviaxe.*

1898 existirt *Lithothamnion delapsum*, 1900 ist es zweifelhaft.

1898 stellt er *Lithothamnion flabellatum* auf, 1900 heisst es theilweise *Lithothamnion Granii* und *Lithothamnion glaciale.*

1895 in Norw. Lith. stellt er *Lithothamnion uncinatum* auf, ebenso 1898; 1900 ist es *Lithothamnion norvegicum* f. *uncinata* geworden.

1898 stellt er *Lithothamnion Setchelli* auf, 1900 ist es *Goniolithon Setchelli* geworden.

1898 findet man ein *Lithothamnion squamulosum* aufgezählt, 1900 fehlt es.

1898 stellt er *Lithothamnion agariciforme* f. *hibernica* auf, 1900 fehlt es.

1898 gehört *Lithothamnion magellanicum* zu den Evanidae, 1900 zu den Innatae.

1898 soll man *Lithothamnion orbiculatum* als selbständige Species betrachten, 1900 ist es *Lithothamnion incrustans.*

1898 bestimmt er *Lithothamnion tenue*, 1900 *Lithothamnion laeve* f. *tenuis.*

1898 stellt er *Lithothamnion adplicitum* auf, 1900 fehlt es.

In „New or Critical Calcareous Algae" spricht FOSLIE S. 31 von *Lithophyllum dentatum* (Ktz.) Fosl. Ich habe in meinem weiteren Ausbau des Corallinensystems S. 316 Anm. 6 auf eine weitere Arbeit hingewiesen, worin *Lithophyllum incrustans* etc. behandelt werden soll. Im Anschluss an die FOSLIE'sche Bestimmung theile ich schon jetzt mit, dass diese so vielfach verkannte Pflanze *Lithophyllum incrustans* (Phil.) Heydr. forma *dentata* (Ktz.) Heydr. mscr. ist = *Hyperantherella incrustans* (Phil.) Heydr.

Die dazu gehörigen Formen

f. *aemulans*? (Fosl.) Heydr. mscr.
f. *gyrosa*? (Fosl.) Heydr. mscr.
f. *dilatata*? (Fosl.) Heydr. mscr.
f. *Macallana*? (Fosl.) Heydr. mscr.
f. *Harveyi* (Fosl.) Heydr. mscr.
f. *depressa* (Cr.) Heydr. mscr.
f. *angulata*? (Fosl.) Heydr. mscr.
f. *lobata*? (Fosl.) Heydr. mscr.
f. *subdichotoma* Heydr.
f. *labyrinthica* Heydr.
f. *Echini* Chalon.

werden in jener Arbeit näher beleuchtet werden. Ich füge hinzu, dass, nach dem JOHNSTON'schen[1]) Holzschnitte Nr. 23 zu urtheilen, nur *Hyperantherella incrustans* (Phil.) Heydr.[2]) forma *labyrinthica* Heydr.[3]) vorliegt.

Ich brauche wohl kaum hinzuzufügen, dass die Nichtanerkennung meiner drei Formen *flabellata*, *subdichotoma* und *labyrinthica* von Seiten FOSLIE's[4]) nach dieser Auseinandersetzung nicht ernst zu nehmen ist.

*Lithothamnion agariciforme* Pall. forma *decussata* Ell. et Sol.

1897 sagte FOSLIE[5]) *Lithothamnion agariciforme* (Pall.), forma *decussata* (Ell. et Sol.).

1898[6]) heisst es *Lithothamnion agariciforme* (Pall.) Fosl. forma ? *decussata* (Ell. et Sol.) Fosl.

1899[7]) *Lithothamnion lichenoides* f. *heterophylla* Fosl. = *Lithothamnion agariciforme* Pall. f. *decussata* (Ell. et Sol.) Fosl.

1899[8]) in derselben Arbeit S. 33 wird es genannt: *Lithophyllum decussatum* (Ell. et Sol.) Phil.

Was ist nun richtig?

Somit rechnet FOSLIE dieselbe Pflanze in derselben Arbeit zu zwei verschiedenen Genera. Ich erlaube mir hierzu zu bemerken, dass *Melobesia decussata* Ell. et Sol. nichts weiter ist als

1) JOHNSTON, Hist. of the Brit. Sponges and Lithophylls 1842, S. 232.

2) HEYDRICH, Weiterer Ausbau des Corallinensystems. — Ber. der Deutschen Botan. Gesellsch. 1900, S. 316.

3) Synonym: *Lithophyllum incrustans* (Phil.) Heydr., forma *labyrinthica* Heydrich.

4) FOSLIE, New or Crit. Calc. Algae 1899, S. 29 und FOSLIE, Rev. Syst. Surv. 1900, S. 19.

5) FOSLIE, On some Lithoth. S. 5.

6) FOSLIE, List of Spec. of Lithoth. S. 7.

7) FOSLIE, New or Crit. Calc. Algae, S. 13.

8) FOSLIE, New or Crit. Calc. Algae, S. 33.

*Lithophyllum expansum* (Phil.) Heydr. forma *decussata* (Ell. et Sol.) Heydr. = *Hyperantherella? expansa* (Phil.) Heydr. f. *decussata* (Ell. et Sol.) Heydr.[1]. Die ausführliche Arbeit erscheint später.

Besonders auffallend erscheint die Abänderung in der Bestimmung von *Lithothamnion agariciforme* (Pall.) forma.

1897 wird die Pflanze *Lithothamnion agariciforme* Pall. forma *hibernica* Fosl. benannt[2].

1898 *Lithothamnion agariciforme* (Pall.) Fosl. forma *hibernica* Fosl.[3].

1900 *Lithothamnion lichenoides* (Ell. et Sol.) Fosl. f. *agariciformis* (Johnst. Pall.?) Fosl.[4].

1900 *Lithothamnion lichenoides* (Ell. et Sol.) Fosl. forma *agariciformis* (Johnst.)[5].

In Bezug auf *Lithothamnion lichenoides* f. *depressa* mache ich aufmerksam auf *Sphaeranthera decussata* (Solms) Heydr., bei der recht ähnliche habituelle Verhältnisse vorliegen.

1898[6]) begrenzt Foslie *Lithophyllum calcareum* (Pall.) Fosl.,
1899[7]) *Lithothamnion calcareum* (Pall.) Aresch.
also Abänderung von Genus und Autor.

1897[8]) begrenzt Foslie *Lithothamnion fasciculatum* (Lam.) Aresch. f. *gyrosa* Fosl., 1899[9]) begrenzt Foslie *Lithophyllum dentatum* (Ktz.) Fosl. f. *gyrosa* Fosl.

1897[10]) begrenzt Foslie *Lithothamnion fasciculatum* (Lam.) Aresch. forma *dilatata* Foslie, 1900[11]) aber wird es zu *Lithophyllum dentatum* (Kütz.) Fosl. forma *dilatata* Fosl. gerechnet.

Ich bemerke dabei, dass Foslie bei diesen Aenderungen in der Hauptsache sein Eintheilungsprincip beibehalten hat und so eine Aenderung geschaffen, die entweder auf Willkür oder Unkenntniss beruht.

Ausserdem habe ich bewiesen[12]), dass die Foslie'sche Annahme[13]),

---

1) Heydrich, Weiterer Ausbau des Corallineen-Systems. — Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., 1900, S. 316.
2) Foslie, On some Lithothamnia, S. 5.
3) Foslie, List of Lithoth., S. 7.
4) Foslie. Rev. Syst. Surv., S. 14.
5) Foslie, New or Crit. Calc. Algae, S. 13.
6) Foslie, Some New or Critical Lithoth., S. 15. Foslie. List, 1898. S. 9.
7) Foslie, Rev. Syst. Surv., 1900, S. 13.
8) Foslie, On some Lithoth., S. 8.
9) Foslie, New or Critical Calc. Algae. S. 32.
10) Foslie, On some Lithoth., S. 8.
11) Foslie, New or Critical Calc. Algae, S. 32.
12) Heydrich, Die Lithothamnien des Muséum d'histoire nat. in Paris. — Engler's bot. Jahrb. 1901, S. 543.
13) Foslie, Rev. Syst. Surv., S. 14.

*Lithothamnion patena* und *antarcticum* seien nur Formen von *Lithothamnion lichenoides*, auf Irrthum beruht.

Die Consequenz FOSLIE's in der Prioritätsfrage zeigt sich in folgender Thatsache: In Rev. Syst. Survey ist er bereit, bei *Lithophyllum fasciculatum* (Lam.) Fosl. die Prioritätsrechte für sich zu beanspruchen. Dagegen ignorirt er die Priorität, welche aus denselben Gründen, aus denen er sie bei *Lithophyllum fasciculatum* für sich in Anspruch nimmt, mir zukommt bei Nennung von z. B. *Lithophyllum expansum* (Phil.) und *Lithophyllum incrustans* Phil. Auch gebührt nicht FOSLIE bei Nennung der Form *crassa* von *Lithophyllum racemus* (Laur.) Fosl. die Priorität, sondern es muss heissen: forma *crassa* (Phil.) Heydr.

Leider ist die Liste der Unsicherheiten noch nicht damit beendet, aber vorläufig genügt sie.

## Anhang.

Auf Seite 240 seiner Berichtigung „Die Systematik der Melobesieae" sagt FOSLIE[1]), „dass die beiden HEYDRICH'schen Systeme sich nicht aufrecht erhalten lassen, da beide hauptsächlich auf die Entwickelung des Thallus basirt waren." Die hier folgende Uebersicht soll darthun, dass dies nicht der Fall ist, vielmehr nur mein erstes System auf der Entwickelung des Thallus beruhte, während in dem zweiten die Tetrasporangien als grundlegend günstig verwerthet wurden, was FOSLIE bereits selbst eingestanden hatte[2]). Interessant sind die „Gründe", welche er Seite 241[3]) gegen mein System anführt: „Was gegen das von HEYDRICH jetzt aufgestellte System spricht, darauf will ich hier nicht näher eingehen."

## Schlussbemerkung.

Ich mache es FOSLIE durchaus nicht zum Vorwurf, dass er öfters sich geirrt hat, vielmehr anerkenne ich sein Bestreben, seine Irrthümer zu verbessern; aber ich bestreite einem Autor, dem so zahlreiche Irrthümer nachgewiesen sind, die Berechtigung, jeder seiner unbewiesenen Behauptungen eine autoritative Geltung beizulegen und behaupte, dass ein solcher Autor am allerwenigsten das Recht hat, ohne klare und überzeugende Beweisführung ernste Arbeiten anderer Autoren als „problematisch" zu bezeichnen.

1) FOSLIE, Ber. der Deutschen Bot. Ges., 1900, S. 240.
2) FOSLIE, Weiteres über Melobesieae. Ber. der Deutschen Bot. Ges., 1897, S. 523.
3) FOSLIE, Die Syst. der Melobesieae, Ber. der Deutschen Bot. Ges., 1900, S. 241.

## Anhang.

### Litteraturübersicht der Corallinaceensysteme und ihrer Grundlagen.

| Jahr | Autor und Werk | Ausdehnung des Systems | | Grundlagen | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1837 | Philippi, Beweis etc. . . . . . . . . | recent | — | vegetative Organe | — | — |
| 1852 | Areschoug in J. Agardh Sp. A. . . . | recent | — | vegetative Organe | — | — |
| 1866 | Rosanoff, Recherches etc. . . . . . | recent | — | vegetative Organe | — | — |
| 1881 | Solms, Corallinenalgen . . . . . . . | recent | — | vegetative Organe | — | — |
| 1885 | Hauck, Meeresalgen . . . . . . . | recent | — | vegetative Organe | — | — |
| 1891 | Rothpletz, Kalkalgen etc. . . . . . | — | fossil | vegetative Organe | Tetrasporangien | — |
| 1894 | Foslie, Norw. Lithothamn. . . . . . | recent | — | vegetative Organe | — | — |
| 1897 | Heydrich, Corallinaceae . . . . . . . | recent | — | vegetative Organe | — | — |
| 1897 | Schmitz, Hauptfleisch in Engler und Prantl . . . . . . . . . . . . | recent | — | vegetative Organe | — | — |
| 1897 | Desgleichen . . . . . . . . . . . . | — | fossil | vegetative Organe | — | — |
| 1897 | Heydrich, Melobesiae . . . . . . . . | recent | — | vegetative Organe | Tetrasporangien | — |
| 1898 | Foslie, Syst. Surv. und Liste . . . . | recent | fossil | vegetative Organe | Tetrasporangien | — |
| 1899 | Foslie . . . . . . . . . . . . . . . | recent | fossil | vegetative Organe | Tetrasporangien | Cystocarpien nach Solms. |
| 1900 | Heydrich, Systematische Skizze fossiler Melobesiae . . . . . . . . . . . | — | fossil | vegetative Organe | Tetrasporangien | — |
| 1900 | Heydrich, Ausbildung des Corallineen-Systems . . . . . . . . . . . . | recent | — | vegetative Organe | Tetrasporangien | Procarpien, Cystocarpien, männliche Organe. |

# 25. Otto Müller: Kammern und Poren in der Zellwand der Bacillariaceen. IV.[1])

Mit Tafel IX und drei Holzschnitten.

Eingegangen am 25. März 1901.

Zur Sichtbarmachung von Poren und Porenkanälen in Knochenschliffen wenden die Histologen eine Methode an, welche auch bei Bacillariaceen mit Erfolg benutzt werden kann. Zu diesem Zwecke wird ein Tropfen Balsam oder Styrax auf den Objectträger gebracht und erwärmt, bis das Lösungsmittel verdampft und der Tropfen nach dem Erkalten hart geworden ist. Die Bacillarien werden auf dem Deckglase getrocknet, letzteres auf den Balsam gebracht und gelinde erwärmt, bis das Deckglas eben festklebt, worauf für schnelle Abkühlung gesorgt wird. In vielen Porenkanälen, oft auch in Poren, verbleiben alsdann Luftbläschen, welche das Urtheil über die Natur der Bildungen erleichtern.

Zur Ermittelung des Membranbaues habe ich noch eine andere Methode angewendet. Es ist bekannt, dass heisse Lösungen von Natroncarbonat, mehr noch von Kalihydrat, die Zellwand der Bacillariaceen mehr oder weniger stark angreifen. Concentrirten Lösungen von kochendem Kalihydrat vermögen sogar stark verkieselte Membranen für die Dauer nicht zu widerstehen. Durch geeignete Behandlung mit diesen Lösungen vermag man daher eine Art Abbau der Membran zu erzielen, wodurch dieselbe von deckenden Theilen befreit wird und man einen besseren Einblick in die erhaltenen Theile gewinnt. Auch lässt ein solcher Abbau mitunter Schlüsse auf das Wachsthum zu.

Beide Methoden habe ich bei den nachfolgenden Untersuchungen angewendet, soweit mir Material aus Aufsammlungen zur Verfügung stand und ich nicht allein auf käufliche Präparate angewiesen war.

---

Die Arbeiten G. KARSTENS[2]) und F. SCHÜTT's[3]) über das Wachsthum der Kieselstäbchen von *Sceletonema costatum* veranlassten mich

1) Nr. I, siehe Ber. der Deutschen Bot. Gesellschaft 1898. Bd. XVI, S. 386 ff. — Nr. II, dieselben Berichte 1899. Bd. XVII, S. 423 ff. — Nr. III, dieselben Berichte 1900. Bd. XVIII, S. 480 ff.

2) G. Karsten, Formveränd. von Sceletonema. Wissensch. Meeresuntersuch., N. F., Bd. III und Bot. Ztg. 1899, S. 330 ff.

3) F. Schütt, Centrif. und simultane Membranverdickungen. Pringsheim's Jahrb., Bd. XXXV, S. 470 ff.

zu einer genaueren Untersuchung der ähnlichen Bildungen, die von den Schalenflächen der erheblich grösseren Zellen von *Stephanopyxis Palmeriana* ausgehen und deren Colonien zusammenhalten.

## Stephanopyxis Palmeriana (Grev.) Grun.

Die Form lebt pelagisch in Hongkong und der Arafura-See; sie wurde 1865 von GREVILLE als *Creswellia Palmeriana* beschrieben und abgebildet[1]), 1884 von GRUNOW in die Gattung *Stephanopyxis* versetzt[2]). Ich gehe hier nur auf den Bau der sog. „Stacheln", durch welche die einzelnen Zellen mit einander verbunden werden, näher ein, weil dieser Bau offenbar nicht allein auf die Sicherung

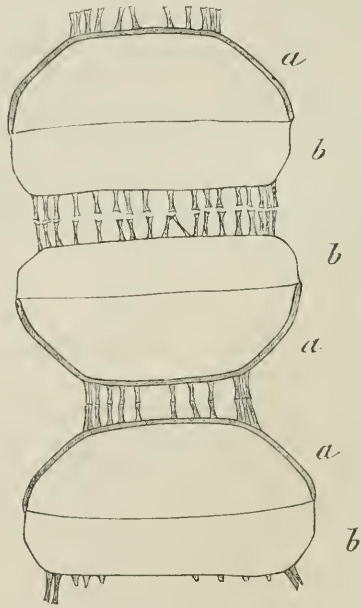



Fig. 1. *Stephanopyxis Palmeriana* (Grev.) Grun. Kette von drei Gliedern. *a*) Auxosporenschalen (?), *b*) Schalen der zweiten Generation (?).

des mechanischen Zusammenhanges abzielt. Die nebenstehend abgebildete Kette (Vergr. 300) fand ich in einem Präparat von Hongkong. Ich würde die drei Einzelzellen für Auxosporen halten, wenn nicht zwischen der untersten und der mittleren die zugehörigen Hälften der Mutterzellen fehlten. Die halbkugelförmigen Schalen *a* (Auxosporenschalen?) besitzen eine stärkere Zellwand, als die flachen und niedrigeren Schalen *b* (Schalen der zweiten Generation?). Der

1) Transact. Microsc. Soc., Vol. XIII, S. 2, tab. I, Fig. 9.

2) A. Grunow, Diat. von Franz-Josephs-Land, S. 38. — Siehe auch Schmidt, Atlas, tab. 123, Fig. 1, tab. 130, Fig. 44.

Durchmesser des Stachelkranzes der Schalen *a* entspricht dem einer Mutterzelle, er ist erheblich kleiner, als derjenige der Zellen *b*. Die Areolirung der Schale wurde in der Zeichnung fortgelassen; sie ist auf den Schalen *a* grösser und kräftiger, als auf den zarten Schalen *b*.

Schon A. GRUNOW erkannte, dass die Stacheln der *Stephanopyxis*-Arten immer im Berührungspunkte von mehreren Maschen entspringen, deren Ränder meist Flügel an dieselben hinaufsenden[1]). — Bei Einstellung auf die Schalenoberfläche bemerkt man in der Nähe des Randes gewisse Gruppen von je drei oder vier Maschen, welche einen Stern von drei oder vier stärkeren Leisten einschliessen (Taf. IX, Fig. 1). Diese Leisten treffen nicht in einem Punkte zusammen, wie die anderen Leisten des Maschennetzes, sondern gehen von einem kleinen Kreise in ihrer Mitte aus, einem Porus nach der optischen Reaction. Geht man mit der Einstellungsebene höher, so erleiden die von dem Kreise ausstrahlenden Leisten eine leichte spiralige Drehung um eine verticale Axe und werden kürzer. Bei Einstellung auf den Scheitel der Stacheln erscheinen die ursprünglichen Leisten nur noch als ganz kurze Fortsätze, zwei von ihnen gewöhnlich in Hufeisenform zusammenhängend (Taf. IX, Fig. 2). — Die Gürtelbandansicht des Intercellularraumes mit den Stacheln bietet das Bild von Fig. 3.

Aus der Combination dieser drei Bilder ergiebt sich, dass die Stacheln Röhrchen sind, denen in der Längsrichtung, etwas spiralig gewunden, drei bis vier sehr zarte Flügel anhaften und dieser Befund wird völlig gesichert durch den Nachweis von Luftblasen im Lumen der Röhrchen (Taf. IX, Fig. 4).

Je zwei von benachbarten Zellen ausgehende geflügelte Röhrchen treffen unmittelbar auf einander, Flügel auf Flügel, Porenkanal auf Porenkanal. Die Endkanten der Flügel aber sind nicht fest mit einander verwachsen, häufig trifft man an getrockneten Exemplaren Zellen, bei denen sie durch einen kleinen Zwischenraum glatt getrennt erscheinen. Im Leben werden sie vermuthlich durch eine nicht verkieselte Kittsubstanz verlöthet. Mitunter kommen aber auch zwei im spitzen Winkel gegen einander geneigte Stacheln vor, denen nur ein Stachel der anderen Zelle gegenübersteht. — GREVILLE fand nur zweizellige Colonien; ich habe auch fünfzellige beobachtet, und das Vorkommen solcher mit mehr als fünf Einzelindividuen ist nicht unwahrscheinlich. Beim Trocknen scheinen sie leicht zu zerfallen. —

Das Verhalten der sehr zarten Gürtelbänder ist verschieden; manchmal umschliessen sie noch den Intercellularraum mit den Flügelröhrchen, in anderen Fällen ist derselbe frei. Vermuthlich

1) l. c. S. 34.

bleiben sie nur kürzere Zeit erhalten, da anders die zur Erreichung der Schwebefähigkeit vorzüglich geeigneten Flügel nicht zur Wirkung kommen würden. Durch den leicht spiraligen Verlauf der Flügel längs der Röhrenwandung wird die Schwebefähigkeit erhöht und das Schweben sowohl bei verticaler Richtung der Pervalvaraxe. als bei deren horizontaler Lage möglich.

Als Röhren, deren Kanäle auf einander treffen, haben dieselben aber jedenfalls noch eine besondere Aufgabe, die kaum eine andere sein kann, als die Sicherung des Zusammenhanges des Plasmas der Einzelzellen. Die Colonie würde damit die höhere Stufe einer innigeren Vereinigung, als die eines losen Verbandes mehrerer einzelliger Individuen erreichen, sie würde als ein mehrzelliger Organismus zu betrachten sein, bei welchem die Einheit der zusammen gescharten Zellenmassen in den Vordergrund tritt[1]).

Bei den Colonien der *Nitzschia paradoxa* ist ein ähnliches Verhalten nachweisbar, indem das aus der Rhaphe hervortretende Protoplasma den Zusammenhang der gesammten Plasmamasse der Colonie vermittelt[2]). Dadurch werden Beziehungen der Zellen unter einander geschaffen, welche die Thätigkeit der Rhapheströme regeln. In diesem Falle handelt es sich, wie F. SCHÜTT bereits vermuthete[3]), um eine Reizleitung durch die Plasmaverbindung. Welche Function den Plasmabrücken von *Stephanopyxis* zufällt, ob Reizleitung oder Stofftransport oder beides, ist zunächst nicht zu entscheiden.

F. SCHÜTT hält auch die von den Einzelzellen der Colonien von *Cyclotella socialis* Schütt ausstrahlenden Fadenbüschel für Plasmafäden, durch welche die Zellen der Colonie in Zusammenhang treten[4]); doch wird dies von KARSTEN bezweifelt, der diese Büschel für Gallertfäden erklärt[5]).

Mancherlei Erscheinungen weisen darauf hin, dass auch die Zellfäden und Ketten anderer Bacillariaceen nicht als ein einfaches Aggregat gleichwerthiger Einzel-Individuen betrachtet werden können, obgleich es bisher nicht gelungen ist, Plasmaverbindungen nachzuweisen. Ich folgerte dies bereits aus dem Zelltheilungsgesetz von *Melosira arenaria*. In den Fäden dieser *Melosira* ist sowohl der Bau gewisser Zellen, als auch deren Theilungsperiode von anderen Zellen desselben Fadens verschieden[6]). Die Gesetzmässigkeit dieser

1) O. HERTWIG, Die Zelle und die Gewebe. Zweites Buch, S. 12.

2) O. MÜLLER, Kammern und Poren, II. Ber. der Deutschen Bot. Ges., Bd. XVII, S 447.

3) F. SCHÜTT, Dickenwachsthum. PRINGSHEIM's Jahrbücher, Bd. XXXIII, S. 672.

4) l. c. S. 647.

5) Bot. Zeitung 1899, S. 332.

6) O. MÜLLER, Gesetz der Zelltheilungsfolge etc. PRINGSHEIM's Jahrbücher, Bd. XIV, S. 244.

Differenzirung kann nur durch das Zusammenwirken der Einzelindividuen erreicht werden, deren Ziel eine Verzögerung der Verkleinerung und eine Verringerung der Nothwendigkeit der Auxosporenbildung zu sein scheint. — Später beobachtete F. SCHÜTT an den Ketten von *Chaetoceros*, dass dieselben nach einer gewissen Anzahl von Zelltheilungen in der Mitte des Fadens Schalen anderer Art ausbilden, die den Zerfall in zwei Ketten bedingen, und zog daraus dieselben Schlüsse[1]).

Neuerdings habe ich an der im Süsswasser-Plankton so häufigen *Melosira granulata* ähnliche Erscheinungen beobachtet. Die freie Schale jeder der beiden Endzellen des Fadens bildet an der Umbiegungskante des Discus einen Kranz theils kürzerer, theils sehr langer, solider Dornen aus, welche die Schwebefähigkeit des Fadens unterstützen. Alle anderen Schalen des Fadens besitzen nur winzige Rand-

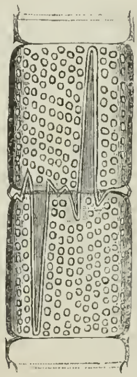


Fig. 2. *Melosira granulata* Ralfs. Die noch zusammenhängenden Zellhälften der beiden Mittelzellen eines Fadens von 31 Einzelzellen mit grossen Dornen, kurz vor ihrer Trennung. Vergr. 1300.

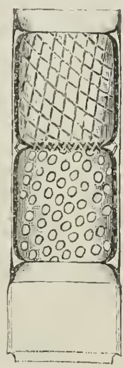


Fig. 3. *Melosira granulata* Ralfs. Zwei Zellhälften vegetativer Zellen aus dem Fadenverbande, durch kleine Randzähne zusammengehalten; die untere Zellhälfte mit ihrer Gürtelbandhälfte. Die Linien in der oberen Hälfte bezeichnen die Richtung und Stellung der Granula. Vergr. 1300.

zähnchen, die, ineinandergreifend, den Zusammenhang der Zellen sichern. Sobald aber der Faden eine gewisse Zellenzahl erreicht hat, gewöhnlich 26 bis 31, tritt eine Trennung des Fadens ein. Die Mittelzelle bildet die Schalen ihrer jungen Hälften mit den typischen Dornen der Endzellen aus, wonach die Trennung erfolgt und nunmehr 2 Fäden von je 13 bis 16 Zellen den Cyclus der vegetativen Vermehrung fortsetzen. Die Zelle Fig. 3 zeigt 2 gewöhnliche, durch kleine Randzähnchen und mit den Schalenflächen zusammenhängende

1) F. SCHÜTT, Ueber die Gattung *Chaetoceros*. Bot. Zeitung 1888, Separat-Abdruck S. 5.

Zellhälften aus einer Colonie von *Melosira granulata* (Vergr. 1300), die untere mit ihrem Gürtelbande. Die Abbildung Fig. 2 stellt die beiden zusammenhängenden Zellhälften der Mittelzellen dar, nach Ausbildung der Dornen, kurz vor der Trennung des Fadens an dieser Stelle Die Dornen verursachen entsprechend geformte Furchen in der Zellwand der benachbarten Zellhälften. Diese Dornen erzeugenden Zellhälften bilden ihre Granula stets in Reihen aus, welche der Pervalvaraxe annähernd parallel laufen, während bereits die zugehörigen anderen Hälften, sowie alle übrigen Zellen des Fadens die Reihen der Granula stets schief zur Pervalvaraxe stellen. — Auch in diesem Falle muss auf eine Einwirkung der Faden-Elemente geschlossen werden, welche die Mittelzelle zu einer Formveränderung bei der Theilung und zur Trennung veranlasst, um den Lebensbedingungen des Fadens zu genügen. Die bei *Melosira arenaria* und *Melosira granulata* auffallenden Formveränderungen einzelner Zellen weisen darauf hin, dass bei diesen Vorgängen Ernährungsverhältnisse eine wesentliche Rolle spielen.

Hinsichtlich der Entstehung und des Wachsthums der Röhrchen verweise ich auf meine bezüglichen Ausführungen bei *Sceletonema*, S. 201; es ist nur noch hinzuzufügen, dass die Flügel der Röhrchen von *Stephanopyxis* vermuthlich durch intercalares Wachsthum nach dem Abscheiden der Röhrenwandung durch die Plasmafäden entstehen und dann als centrifugale Verdickungen der Röhrenmembran betrachtet werden müssten.

## Sceletonema costatum (Grev.) Cl.

Nach Feststellung der Durchbohrung der *Stephanopyxis*-Stacheln vermuthete ich das gleiche Verhalten der „Kieselstäbchen" von *Sceletonema*. In der Bai von Yeddo leben grössere Formen von *Sceletonema costatum*, welche sich zur Untersuchung besser eignen als die kleinen der Kieler Bucht; immerhin ist aber auch die Grösse der ersteren im Vergleich zu den Zellen von *Stephanopyxis Palmeriana* eine sehr geringe. Das optische Bild lässt aber bei starker Vergrösserung schon mit genügender Sicherheit den Canal innerhalb der Stäbchen erkennen, Taf. IX, Fig. 7. Dieser nimmt seinen Ursprung unterhalb der Umbiegungskante des Discus, in der Mantelfläche der Schale, von welcher Stelle aus sich die Stäbchen, oder besser die Röhrchen, mit kurzer Biegung parallel der Pervalvaraxe erheben[1]). Die Röhrenwandung ist nicht geflügelt, wie bei *Stephanopyxis*, sondern glatt. Die Basis der Röhrchen ist breit, nach der Spitze zu werden sie merklich schmäler. Die Mündung des Porencanals umgiebt ein im stumpfen

---

1) F. Schütt, Centrifug. und simult. Membranverdickung. Pringsheim's Jahrb. Bd. XXXV, Taf. XII, Fig. 1—5.

Winkel abstehender, verdickter und stark lichtbrechender Rand, Taf. IX, Fig. 5—7. Die Ränder je zwei gegenüberstehender Röhrchen treffen unmittelbar auf einander, wodurch die Berührungsstelle den Eindruck knotiger Verdickungen vortäuscht, Fig. 5. Eine Verwachsung der Ränder findet statt, doch ist dieselbe keine sehr innige, da die Röhrchen auf dem Deckglase getrockneter Zellen oft eine deutliche Trennungslinie aufweisen und, wie SCHÜTT zeigte, an dieser Stelle sich auch glatt trennen lassen. — Wenngleich das unmittelbare Aufeinandertreffen der Ränder und der Canäle sehr häufig ist, so findet doch nicht minder oft eine seitliche Verschiebung statt, welche leicht das Bild einer Gabelung der Röhrchen hervorruft, Taf. IX, Fig. 6 u. 7. Eine wirkliche Gabelung oberhalb. bezw. unterhalb der Ränder, wie F. SCHÜTT in Fig. 8 u. 9 seiner Tafel sie darstellt, habe ich nicht beobachtet. Dagegen ist die Gabelung eines Porencanals innerhalb der „Knötchen“, also ein Communicationsweg zwischen den Rändern von je drei Röhrchen, wohl möglich. Bei der geringen Grösse und der starken Lichtbrechung der dicken Ränder sind die inneren Grenzlinien derselben nicht deutlich erkennbar; doch ist es sehr wahrscheinlich, dass bei der seitlichen Verschiebung die Porencanäle von mindestens je zwei entgegenstehenden Röhrchen mit einander communiciren.

Es lag mir daran, diese Structurverhältnisse an den kleinen *Sceletonema*-Formen der Kieler Bucht nachzuprüfen; Herr Dr. W. BENECKE hatte die Güte, mir Material von dort zu senden, wofür ich ihm meinen besten Dank ausspreche. Ich wendete die oben besprochene Methode an, um die Injection der Röhrchen mit Luft zu bewirken; diese gelang leicht und liefert somit den positiven Beweis der Durchbohrung. Zwei Internodien mit injicirten Röhrchen, wie sie sich nach Anwendung dieser Methode vielfach vorfinden, bildete ich Tafel IX, Fig. 8 ab.

Hiernach kann über die Natur der Stäbchen von *Sceletonema* kein Zweifel bestehen und wohl kaum minder darüber, dass in ihnen Plasmafäden verlaufen, welche ebenso wie bei *Stephanopyxis* den Zusammenhang der gesammten Plasmamasse der Colonie vermitteln und diese zu einem mehrzelligen Organismus erheben. Wenn aber dieser Zusammenhang für das Leben der Colonie erfordert wird, so müssen bei der Theilung die freien Plasmaoberflächen nothwendig durch feine Plasmafäden in Verbindung bleiben, da sonst der Zusammenhang des Plasmas bei jeder sich theilenden Zelle unterbrochen würde. Sind somit die freien Plasmaoberflächen sich theilender Zellen durch Plasmafäden verbunden, dann bedarf es zur Bildung der Röhrchen keines Aussenplasmas; dieselben werden, wie bei *Stephanopyxis*, von den Plasmabrücken ausgeschieden, und die Grundmembran von den Plasmaoberflächen. — Die Möglich-

keit des Vorhandenseins von Plasmafäden bei der Theilung zieht auch SCHÜTT in Betracht; doch nimmt er die Umwandlung der Fäden in solide Stäbchen an, die dann gleichzeitig mit der Grundmembran entstehen würden[1]). Die Ausscheidung der Röhrenwandung durch die Plasmafäden und rings um diese herum macht auch mir die simultane Anlage von Röhrchen und Grundmembran wahrscheinlich.

Wenngleich die Plasmafäden, als intercelluläre Verbindungen, je zwei Nachbarzellen gleichmässig angehören, so werden doch die Einzelzellen der Colonie durch die Ausbildung der Röhrenränder deutlich von einander abgegrenzt, und die Entstehung der Ränder in der Mitte der Fäden, genau an der richtigen Stelle, beweist, dass auch dem Plasmafaden ein gewisses Maass von Individualität verblieben ist. Unter Umständen aber tritt diese Individualität nicht hervor; ich habe an einem *Sceletonema*-Faden aus der Yeddo-Bai einen Intercellularraum beobachtet, in dem die Röhrchen ungetrennt und ohne Ränder auszubilden von einer Zelle zur anderen verliefen, also eine völlig continuirliche Verbindung der beiden Zellen herstellten.

Da die Röhrenwandung überall mit lebendem Plasma in Berührung steht, so kann ein Längenwachsthum der Röhrchen, welches G. KARSTEN nachwies und SCHÜTT bestreitet, durchaus nicht ausgeschlossen werden. Darauf weisen auch die erheblichen Unterschiede der Röhrenlängen in derselben Colonie hin, welche F. SCHÜTT auf individuelle Schwankungen zurückführt, die aber wahrscheinlicher verschiedenen Entwickelungszuständen entsprechen.

Das Verhalten der Gürtelbänder, welches SCHÜTT in Fig. 5 seiner Taf. XII darstellt, deutet das Vorkommen von Drillingszellen an, wie ich sie bei *Terpsinoë musica* Ehr.[2]), bei *Melosira arenaria* Moore, *Melosira nummuloides* Ag. und *Melosira Borrerii* Grev. nachgewiesen habe[3]). Die Zelle *v w* gehört einer Drillingsgruppe an und ist die Zelle, deren Theilung eine Theilungsperiode übersprungen hat und nun selber im Begriff steht, sich zu theilen. Die ruhende Zelle *p q* ist bereits ausgeschoben und wird zur Drillingszelle, sobald die Zelle *n o* die begonnene Theilung vollendet hat. Ob aber das Gesetz der Zelltheilungsfolge von *Melosira arenaria* für *Sceletonema* Geltung hat, lässt sich erst nach der Untersuchung längerer Fäden ermitteln. Das von F. SCHÜTT in seiner Fig. 4 gezeichnete Fadenstück scheint in einfacher Zweitheilung begriffen.

---

1) SCHÜTT, l. c. S. 499 u. 501.

2) O. MÜLLER, Bau von *Terpsinoë*. Sitzungsber. der Gesellsch. naturf. Freunde, 1881, Jan.

3) O. MÜLLER, Gesetz der Zelltheilungsfolge von *Melosira arenaria*. PRINGSHEIM's Jahrb. Bd. XIV, S. 232, Taf. XV, Fig. 3—9.

## Lauderia annulata Cleve.

A. GRUNOW[1]) hält die Identität von *Creswellia cylindracea* Grev.[2]) und *Creswellia annulata* Grev.[3]) mit CLEVE's *Lauderia annulata*[4]) für wahrscheinlich. Wie die vorher behandelten Formen, lebt *Lauderia annulata* pelagisch, wie es scheint in kurzen Ketten[5]), vorzugsweise in den Meeren von Java, China, Japan, Bengalen und der Arafura-See. Ohne auf den anderweitigen Bau der Zellen näher einzugehen, kommt es an dieser Stelle darauf an, festzustellen, ob die von einer Zelle ausgehenden Stacheln ebenfalls Röhrchen sind, die mit entgegenstehenden der Nachbarzelle zusammentreffen, oder in einen Porus der Nachbarzelle münden, oder ob sie, wie es den Anschein hat, frei im Intercellularraume enden. GREVILLE's Abbildung von *Creswellia cylindracea* zeigt eine continuirliche Verbindung der Einzelzellen durch kleine Stäbchen, welche eine Trennungslinie in der Mitte n i c h t erkennen lassen. Die Abbildung von *Creswellia annulata* Grev. konnte ich leider nicht einsehen. CLEVE's Zeichnung weist ebenfalls einen continuirlichen Zusammenhang der Schalen durch Stäbchen nach; andere dagegen enden frei im Intercellularraume. Nach CASTRACANE enden sämmtliche Stacheln frei; bei dessen *Lauderia elongata*[6]) werden die Nachbarschalen continuirlich verbunden. Die Zeichnungen sprechen daher theils für, theils gegen eine innigere Verbindung im Sinne der vorbesprochenen Formen.

Mir stehen nur einige Trocken-Präparate von Bengalen und eins in Styrax zur Verfügung, an denen ich wenigstens das Folgende feststellen konnte. Der mittlere Theil der Schalenflächen wölbt sich vor und ist wellig verbogen; bei gegenüberliegenden Schalenflächen im entgegengesetzten Sinne, wodurch eine Art Verzahnung der Mitteltheile bewirkt wird. Von einer breiten Randzone der gegenüberliegenden Schalenoberflächen gehen, regelmässig abwechselnd, längere, an der Basis breitere, an der Spitze engere Röhrchen aus, welche den Intercellularraum durchqueren und dicht vor der entgegenstehenden Schalenfläche enden, Tafel IX, Fig. 9. Das Aufeinandertreffen zweier Röhrchen ist daher wegen ihrer Stellung und wegen ihrer Länge völlig ausgeschlossen. Ausser mit diesen Röhrchen ist die Schalenfläche mit zahlreichen kurzen Fortsätzen besetzt, welche auch noch die Umbiegungskante bedecken. In dem Styraxpräparat fand

---

1) GRUNOW, Franz-Jos.-Land, S. 39.
2) Micr. Journ. Vol. XIII, S. 12, Taf. I, Fig. 10.
3) Ann. Nat. Hist. 1865, S. 4, Taf. V, Fig. 8.
4) CLEVE, Java, S. 8, Taf. I, Fig. 7. — CASTRACANE, Challenger, S. 89, Taf. 8, Fig. 7.
5) Ich beobachtete Ketten bis 6 Individuen.
6) l. c. Taf IX, Fig. 4.

ich in einigen dieser Fortsätze Luftbläschen, ebenso in einem der Röhrchen, wodurch die ersteren als kurze, die letzteren als längere Porencanäle erwiesen werden. — Wiederholt sah ich die Spitzen der langen Röhrchen bis zur Berührung der gegenüberliegenden Schalenfläche dringen und in diese übergehen, als hätte die Spitze auf einen der kurzen Porencanäle getroffen und sich mit demselben verbunden. Ich glaube, dass dies im Leben regelmässig der Fall ist und nur die Eintrocknung die Mehrzahl der Verbindungen gelöst hat. Die Länge der Röhrchen entspricht der Breite des Intercellularraumes, und es ist kaum anzunehmen, dass die Röhrchen unmittelbar vor der gegenüberliegenden Wandfläche frei enden und damit eine andere Bestimmung haben sollten, als diejenigen von *Stephanopyxis* und *Sceletonema*. Die Structur wäre demnach derjenigen von *Sceletonema* ähnlich mit dem Unterschiede, dass bei *Lauderia* stets ein langes Röhrchen auf einen kurzen gegenüberliegenden Porencanal stösst, während bei *Sceletonema* zwei gleich lange Röhrchen in der Mitte des Intercellularraumes mit verdickten Rändern auf einander treffen. Die kurzen Porencanäle, welche nicht mit Röhrchen verbunden sind, insbesondere diejenigen auf der Umbiegungskante der Schale, müssen eine andere Function haben, als die Röhrchen, in denen sehr wahrscheinlich Plasmafäden verlaufen. — Eine weitere Eigenthümlichkeit der Structur besteht darin, dass bei *Lauderia* je ein Hörnchen in den Intercellularraum hineinragt, welches etwas unterhalb der Umbiegungskante entspringt und auf entgegengesetzten Seiten der Nachbarzellen steht. Taf. IX, Figur 9.

Von der Entstehung und dem Wachsthum der Röhrchen, sowie von der Auffassung der *Lauderia*-Colonien als mehrzellige Organismen gilt dasselbe, was bei *Stephanopyxis* und besonders bei *Sceletonema* näher ausgeführt wurde. Bei allen diesen Formen ist die Bildung der Röhrchen durch centrifugale Verdickung von der Grundmembran aus sehr unwahrscheinlich, vielmehr die directe Abscheidung von den Plasmafäden viel näher liegend. Dabei ist sowohl ein Längenwachsthum möglich, als die Bildung von Flügeln, welche letzteren dann als centrifugale Verdickungen der Röhrchen aufgefasst werden müssten.

---

Die theilweise Auflösung der Zellwände nach der zweiten Methode hat zunächst bei *Eupodiscus* und *Triceratium* zu einigen Ergebnissen geführt, welche ich hier kurz mittheile:

### Eupodiscus Argus Ehr.

Ueber den eigenthümlichen Bau der Membran habe ich 1899 berichtet[1]) und den auf Tafel XXVI, Fig. 12 dargestellten idealen

1) O. Müller, Kammern und Poren II. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. XVI, S. 396, Taf. XXVI, Fig. 2—4 und 12.

Schnitt durch die tassenförmigen Kammern construirt. Ich bin jetzt in der Lage, den optischen Querschnitt der Bruchkante einer sogenannten hellen Form, d. h. einer solchen ohne den äusseren Körnchenbelag, wiederzugeben (Tafel IX, Figur 10), der meine damalige Construction vollkommen bestätigt. Je 5—6 Porenkanäle durchsetzen die Grundmembran und münden im Boden jeder Kammer. In meiner Construction werden von diesen nur je 2 oder 3, in derselben Ebene liegende, geschnitten; in dem optischen Schnitt sind alle in den verschiedenen Ebenen verlaufenden Porencanäle sichtbar. Da es sich um eine helle Form handelt, so fehlt der Körnchenbelag, welcher bei den typischen Formen die Zellhaut undurchsichtig macht.

Bei der Behandlung mit kochender Aetzkalilösung wird dieser Körnchenbelag mehr oder weniger stark angegriffen; aus undurchsichtigen Individuen entstehen hellere, sogar völlig durchsichtige. In der erwähnten Arbeit wies ich darauf hin, dass auch in der Natur alle Uebergänge von undurchsichtigen zu hellen Formen vorkommen und bildete Taf. XXVI, Fig. 4 ein halbhelles, Fig. 2 ein völlig durchsichtiges Membranstück ab. — Bei länger fortgesetzter Behandlung wird nicht nur der Belag, sondern es werden auch die sehr starken, durchsichtigen Kammerwandungen theilweise oder auch ganz aufgelöst, so, dass nur noch die Grundmembran mit den Porencanälen übrig bleibt. Schliesslich wird auch die Grundmembran dünner und die in Styrax so stark brechenden Porencanäle werden immer unkenntlicher. Nach Auflösung der Kammerwände tritt die radiale Anordnung der Porencanäle recht deutlich hervor, Taf. IX, Fig. 13.

Die durchsichtigen, homogen erscheinenden Kammerwände werden von der Aetzkalilösung in eigenthümlicher Weise angegriffen. Ich habe ein mit heisser Aetzkalilösung behandeltes Membranstück bei zwei verschiedenen Einstellungen gezeichnet; Taf. IX, Fig. 11 zeigt die Einstellung auf die Grundmembran mit den Porencanälen, Fig. 12 den darüber liegenden Membrantheil bei höherer Einstellung. Die Kammerwände sind grösstentheils aufgelöst, nur einige Reste blieben auf der Grundmembran stehen, und diese erscheinen nicht mehr homogen, sondern haben ein körniges Aussehen, Fig. 11. Auch die Grundmembran selbst scheint aus Körnchen von verschiedenem Brechungsvermögen zusammengesetzt und hat ein maschiges Gefüge. Gestützt auf diese, meist isolirt stehenden Reste spannt sich das noch vielfach zusammenhängende Netz der äussersten Kanten der Kammerwände, deren ursprünglich beträchtliche Breite zu schmalen, aus kleinen Körnchen bestehenden Streifen abgeschmolzen ist, Fig. 12. Ich habe mehrfach solche zusammenhängenden Netze aus schmalen körnigen Leisten ohne jeden Zusammenhang mit der Grundmembran aufgefunden. In Fig. 14 bildete ich ein Membran-

stück ab, auf dessen Grundmembran nur noch wenige, völlig isolirte Punkte und einige leistenförmige Streifen von den Kammerwänden übrig geblieben sind. Das grosse, noch von einer starken Körnerschicht umgebene Loch führt in den Hohlraum eines der Hörner.

Ersichtlich ist die Grundmembran der widerstandsfähigste Theil der Membran, auf dem sich die minder resistenten Kammerwände aufbauen. Aus der Aufeinanderfolge der Auflösung darf wohl geschlossen werden, dass die widerstandsfähigeren Membrantheile stärker verkieselt sind. Nach Abscheidung der Grundmembran mit den Porencanälen scheinen dann einzelne isolirte Körnchen abgelagert zu werden, an welche sich andere reihen, die endlich zu breiteren Leisten und Wänden aus homogener Substanz verschmelzen. Zuletzt würde die Auflagerung der äusseren Körnerschicht erfolgen, diese aber unterbleibt häufig theilweise oder gänzlich, wie das natürliche Vorkommen von halbhellen und völlig durchsichtigen Individuen beweist.

Dieses Verhalten der Membran gegen Aetzkalilösung spricht daher nicht für simultane Ausscheidung, sondern für einen succedanen Aufbau, für echte centrifugale Verdickung. Das Vorhandensein der zahlreichen Poren in der Grundmembran lässt den Aufbau der centrifugalen Verdickungen durch Aussenplasma im Sinne der früheren Auffassung F. Schütt's zu; auch die Abscheidung der Körnerschicht in einem späteren Entwickelungsstadium kann so gedeutet werden. Indessen ist auch die Möglichkeit intercalaren Wachsthums nicht ausgeschlossen; die Zusammensetzung der Grundmembran aus Körnchen von verschiedener Brechbarkeit, die nach der Kalibehandlung hervortritt, ist in dieser Hinsicht bemerkenswerth.

## Triceratium Favus Ehr.

Den Bau der interessanten Membran dieser Form habe ich in früheren Arbeiten eingehend beschrieben, zuletzt 1899[1]). Inzwischen beobachtete ich die Einwirkung heisser Aetzkalilösung, welche zu den folgenden Ergebnissen führte.

Die Membran wird durch die Lösung sehr stark angegriffen. Zuerst werden die zarteren Theile mehr oder weniger vollständig gelöst, die poroide Grundmembran und der ihr parallele, auf den freien Kanten der Kammerwände liegende und die grossen Oeffnungen umschliessende Membrantheil. Der Zusammenhang der Membranfläche mit dem umgebogenen und gekammerten Rande[2]) wird dadurch gelockert oder auch ganz aufgehoben. Gleichzeitig erfolgt ein Abbau des den

1) O. Müller, Kammern und Poren. II. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. Bd. XVII, S. 435; Taf. XXIX, Fig. 1—5.

2) l. c. Taf XXIX, Fig. 1, 2.

Rand umgebenden Grates; die Basis der Porencanäle, welche letzteren durchsetzen, wird freigelegt, und man erblickt die sonst schwer sichtbaren Austrittsstellen als grössere Randporen[1]). Von der Membranfläche verbleibt dann wenig mehr, als das Skelett der Kammerwände und die dickere, widerstandsfähigere Membran der Hörner. Auch die Kammerwände sind mehr oder weniger arrodirt, von körnigem Aussehen, widerstehen aber der Aetzkalilösung lange, ebenso der kleine Dorn, der an den Berührungspunkten von je drei Kammern nach aussen hervorragt. — Unter Umständen erfolgt aber auch eine theilweise Auflösung dieser Wände; alsdann bleiben entweder die äusseren Theile, oder ihre Basis nebst wenigen Fetzen der Grundmembran.

In letzterem Falle habe ich an besonders gelungenen Präparaten eine sehr bemerkenswerthe Erscheinung beobachtet. An den Stellen, an denen je drei Leisten zusammentreffen, wird ein kleiner, scharf begrenzter Kreis sichtbar, nach seiner optischen Reaction ein Porus, Taf. IX, Fig. 15. Dieser Porus durchbricht also die Grundmembran genau unterhalb der Stelle, an der nach aussen ein Dorn hervortritt. Die Berührungskanten der Kammerwände, sowie die Dornen, werden daher vermuthlich von Leistenporencanälen durchsetzt. An der unverletzten Membran sind hiervon, wie ich hervorhebe, kaum Spuren sichtbar. Nur mit homogenen Systemen, bei stärkster Vergrösserung und bei hoher Einstellung gelingt es, in der Mitte des dann dunkeln Bildes der Dornen einen kleinen Lichtpunkt zu erkennen, der nach dieser Reaction der Mündung des Canals entsprechen würde, Einbettung in Styrax vorausgesetzt. Jedenfalls sind diese Leistenporencanäle sehr viel enger und schwieriger zu finden, als die Canäle des Grates, und ich vermuthe, dass sie nur während des Wachsthums der Membran eine Rolle spielen, nach Beendigung desselben aber obliteriren, worauf ich später zurückkommen werde.

Die Leistenporencanäle neben den schon früher beschriebenen Porencanälen des umgebenden Grates[2]) lassen die Möglichkeit des Aufbaues durch Aussenplasma zu. Mag man aber zur Erklärung des verwickelten Baues die Thätigkeit von Aussenplasma oder intercalares Wachsthum heranziehen, immer wird man auf Schwierigkeiten stossen, welche sich nicht einfach lösen lassen.

Meiner Ansicht nach sind aber die Vorbedingungen einer anderen Möglichkeit des Membranwachsthums gegeben, wenn während des Wachsthums die vorerwähnten Leistenporencanäle wirklich vorhanden sind. Bleiben bei der Theilung die Plasmaoberflächen durch

1) l. c. S. 435, 436.

2) O. MÜLLER, Kammern u. Poren II. Ber. der Deutschen Bot. Ges., Bd. XVII, S. 435, Taf. XXIX, Fig. 1, 2.

ebensoviele Plasmafäden verbunden als Porencanäle gebildet werden, so ist eine grosse Zahl von Baucentren vorhanden, von denen aus der Membranbau in derselben Weise erfolgen kann, wie dies mit grosser Wahrscheinlichkeit bei *Stephanopyxis*, *Sceletonema* und *Lauderia* geschieht. Der Aufbau der Kammern sowohl, wie des die Zelle umgebenden Grates, wird alsdann leichter erklärlich, als mit Hülfe der anderen Wachsthumstheorien. — Die Leistenporencanäle, sowie die Canäle des Grates würden von den Plasmafäden zunächst als Röhrchen ausgeschieden, von deren Wandungen flügelartige Fortsätze ausgehen, wie im Falle von *Stephanopyxis*. Je zwei derselben aber treffen bei *Triceratium* auf einander und bilden die Wandungen der Kammern und des Grates.

Dass wenigstens das Wachsthum des Grates in dieser Weise erfolgt, dafür liegen ganz bestimmte Anhaltspunkte vor. Meine oben citirte Abbildung, Taf. XXIX, Fig. 2, zeigt, dass der Bau des Grates, soweit er die Kammern an Höhe überragt, ein anderer ist, als der des unteren Theiles. In letzterem ist eine vollkommene Verwachsung der beiden auf einander treffenden Flügel erfolgt, in dem oberen Theile dagegen ist dies nicht der Fall. Zwischen je zwei Porencanälen befindet sich ein relativ grosses, eiförmiges Loch; oberhalb desselben sind die flügelartigen Fortsätze zwar wiederum verwachsen, aber die sich kreuzenden Linien am äussersten Rande meiner Abbildung beweisen sicher, dass hier zwei Flügel aufeinandergetroffen sind und sogar theilweise übereinandergeschoben wurden Man findet auch häufig Individuen, bei denen die Verwachsung oberhalb der Löcher gänzlich fehlt, die Röhrchen in ihrem oberen Theile mithin isolirt stehen und nur mit zwei schmäleren Flügeln versehen sind[1]). Betrachtet man in solchen Fällen den Apex eines Röhrchens von oben, so erhält man ein Bild, ähnlich Taf. IX, Fig. 2, doch gehen von dem kleinen Kreise in der Mitte nur zwei seitliche Fortsätze aus. Sind dagegen die Flügel der benachbarten Röhrchen mit einander verwachsen, so erscheinen die Flügel, von oben gesehen, als eine schmale Linie, die von kleinen Kreisen, den Querschnitten der Porencanäle, unterbrochen wird. Bei der Behandlung mit Kalihydrat beginnt die Auflösung des Grates auch stets an diesen dünnsten Stellen, d. h. die oberen Theile werden zuerst gelöst.

Der Grat wird vermuthlich bis zur Höhe der Kammern mit den Kammerwänden gleichzeitig von den Plasmafäden ausgeschieden, setzt dann aber sein Längenwachsthum fort und bewirkt dadurch zugleich die Trennung der jungen Zellwände. — Das Wachsthum der Kammerwände müsste in der Weise erfolgen, dass von der Röhrenwandung in der Richtung auf die drei zunächstliegenden

1) A. Schmidt, Atlas der Diatomaceenkunde. Taf. 82, Fig 6: Taf. 85, Fig. 7.

Röhrchen je ein Flügel ausgeht, welche Flügel dann paarweise zu einer Kammerwand verwachsen, wie es in dem oberen Theile des Grates thatsächlich geschieht. Die Krempen auf den äusseren Kanten der Kammerwände würden als den Rändern der *Sceletonema*-Röhrchen analoge Bildungen aufzufassen sein. — Die Kammern des umgebogenen Randes dürften dieser Wachsthumserklärung keine besonderen Schwierigkeiten bereiten, da ja auch die *Sceletonema*-Röhrchen unterhalb der Umbiegungskante der Schale entspringen. — Die Hörner entstehen aller Wahrscheinlichkeit nach als Ausstülpungen der Grundmembran.

Nach Ausbildung der Kammern und Krempen scheinen die Leistenporencanäle ihre Function einzustellen und ihr Lumen bis zum Verschwinden zu verengen. Die langen Canäle des Grates aber bleiben während des Lebens erhalten; sie sind stets leicht erkennbar, wenn man einmal ihre Lage und Natur festgestellt hat

Nach den vorstehenden Ausführungen werden auch die geflügelten Stacheln bei *Triceratium Robertsianum* Greville[1]) und Verwandten, die sich nach Art der *Stephanopyxis*-Stacheln aus der Schalenfläche erheben, verständlich. Diese sind nichts anderes, als einzelne der von den Leistenporencanälen durchbrochenen Dornen, deren Längenwachsthum fortdauerte, wie dasjenige der Röhrchen des Grates.

Bei dieser Gelegenheit erwähne ich, dass bei einigen Arten von *Triceratium*, *Tr. polygonum* Grun., *Tr. Schmidtii* Jan. var. *pustulata* A. Sch.[2]), *Tr. grande* Brightw. var. *septangulata* Kitton[3]), *Tr. Favus* var. *maxima* Grun.[4]), innerhalb der Kammern je 3—6 kleine Stacheln direct aus der Grundmembran sich erheben und etwa die Höhe der Kammerwände erreichen. Diese Stacheln entspringen von einem Porus der Grundmembran und erweisen sich als kleine Röhrchen, deren Entstehung ebenfalls durch Plasmafäden erklärt werden kann. Das Vorkommen derselben verleiht meiner Auffassung, dass die auf der Grundmembran sichtbaren zahlreichen kleinen Kreise Poroiden sind, eine erhöhte Wahrscheinlichkeit[5]).

Nach dieser Wachsthumserklärung, die ich zunächst lediglich als Hypothese aufstelle, können die Röhrchen und die Grundmembran als simultane Bildungen gelten; die flügelartigen Fortsätze der Röhrchen aber müssen als centrifugale Verdickungen aufgefasst werden, die durch intercalares Wachsthum entstehen.

---

1) SCHMIDT, Atlas. Taf. 82, Fig. 14, 15; Taf. 83, Fig. 2, 3, 5.
2) SCHMIDT, Atlas. Taf. 85, Fig. 3.
3) l. c. Taf. 86, Fig. 11.
4) VAN HEURCK, Synopsis. Taf. 107, Fig. 5.
5) Kammern u. Poren III, S. 487.

## Erklärung der Abbildungen.

Alle Figuren sind unter Benutzung des Zeiss'schen 2 *mm*-Apochromaten mit dem Abbé'schen Zeichenapparat hergestellt.

---

Fig. 1. *Stephanopyxis Palmeriana.* Schalenrand, Einstellung auf die Schalenfläche. Hongkong. Vergr. 1000.

„ 2. Derselbe Schalenrand, Einstellung auf den Apex der geflügelten Röhrchen.

„ 3. *Stephanopyxis Palmeriana.* Stück eines Intercellularraumes mit aufeinandertreffenden Röhrchen. Hongkong. Vergr. 1000.

„ 4. *Stephanopyxis Palmeriana.* Röhrchen mit Luftblasen im Lumen. Styrax. Hongkong. Vergr. 1000.

„ 5. *Sceletonema costatum.* Stück eines Intercellularraumes mit aufeinandertreffenden Röhrchen. Yeddo-Bai. Vergr. 1000.

„ 6. *Sceletonema costatum.* Stück eines Intercellularraumes mit seitlich verschobenen Röhrchen. Yeddo-Bai. Vergr. 1000.

„ 7. *Sceletonema costatum.* Seitlich verschobene Röhrchen. Yeddo-Bai. Vergr. 2200.

„ 8. *Sceletonema costatum.* Zwei Internodien mit injicirten Röhrchen. Styrax. Kiel. Vergr. 1000.

„ 9. *Lauderia annulata.* Stück eines Intercellularraumes mit langen Röhrchen und kurzen Porencanälen. Bengalen. Vergr. 1000.

„ 10. *Eupodiscus Argus.* Optischer Transversalschnitt durch eine Bruchkante. Helles Individuum. Husum. Vergr. 1000.

„ 11. *Eupodiscus Argus.* Membranstück nach Behandlung mit Kalihydrat. Einstellung auf die Grundmembran mit Resten der Kammerwände. Cuxhaven. Verg. 1000.

„ 12. Dasselbe Membranstück. Hohe Einstellung.

„ 13. *Eupodiscus Argus.* Stück der Grundmembran nach Behandlung mit Kalihydrat. Cuxhaven. Vergr. 1000.

„ 14. *Eupodiscus Argus.* Membranstück mit punktförmigen Resten nach Behandlung mit Kalihydrat. Cuxhaven. Vergr. 1000.

„ 15. *Triceratium Favus.* Membranstück nach Behandlung mit Kalihydrat. Leistenporencanäle sichtbar. Cuxhaven. Vergr. 1000.

## 26. C. Correns: Ueber Bastarde zwischen Rassen von Zea Mays, nebst einer Bemerkung über die „faux hybrides" Millardet's und die „unechten Bastarde" de Vries'.

Eingegangen am 26. März 1901.

Da es wegen der Herstellung der Tafeln noch einige Zeit dauern wird, bis meine „Untersuchungen über die Bastarde zwischen Rassen von *Zea Mays*, mit besonderer Berücksichtigung der Xenien", erscheinen werden, will ich hier über einzelne Ergebnisse, die mir gerade jetzt von allgemeinerem Interesse zu sein scheinen, berichten.

Die Merkmale, durch die sich die Rassen unterscheiden, lassen sich in Kategorien bringen; jede Kategorie bezieht sich auf einen bestimmten Punkt, z. B. die Farbe des Endosperms, der Fruchtschale etc. Nach genügender Zerlegung sind die Merkmale einer Kategorie nurmehr quantitativ (graduell), nicht mehr qualitativ verschieden. Je nachdem sich die zwei Rassen, zwischen denen ein Bastard gebildet wird, in einer Kategorie, oder in zwei, drei und mehr Kategorien unterscheiden, haben wir beim Bastard ein Merkmalspaar, oder zwei, drei und mehr Paare zu studiren. Auf das gegenseitige Verhalten der Paare, die unselbstständigen, halbselbstständigen (hemiidentischen IV. p. 107) und selbstständigen Paare, und bei diesen wieder die freien und conjugirten (IV. p. 108), gehe ich hier nicht ein.

Nach dem gegenseitigen Verhalten der Anlagen für die Merkmale eines Paares während der vegetativen Entwickelung des Bastardes kann man **homodyname** und **heterodyname** Paare[1]) unterscheiden, je nachdem sich die Anlagen für beide Merkmale neben einander entfalten, wobei eines das andere abschwächt, oder nur das eine, das dominirende, während das andere, das recessive, sich nicht entfaltet, latent bleibt.

Nach dem Verhalten der Anlagen für die Merkmale eines Paares während der Bildung der Keimzellen des Bastardes kann man

---

1) Vergl. IV, S. 103. Diese Termini „homodynam" und „heterodynam" sind schon von WEISMANN (Keimplasma, p. 346) gebraucht worden, aber in ganz anderem Sinne.

„Homodyname Determinanten" bringen Zellen mit den gleichen Eigenschaften an derselben Stelle zur Entfaltung, „heterodyname" Zellen mit verschiedenen Eigenschaften. Hier dürfte vielleicht eine Bezeichnung wie „identisch" und „nicht identisch" ausreichen.

**homöogone** und **schizogone** Paare[1]) unterscheiden, je nachdem beide Anlagen zusammen bleiben, wie bei den Hieracienbastarden MENDEL's, oder sich „spalten", wie bei den Erbsenbastarden MENDEL's.

Das Verhalten der Anlagen während der vegetativen Entwickelung und das während der Keimzellbildung sind von einander ganz unabhängig. Es sind also vier Combinationen, vier Typen von Merkmalspaaren, möglich:

| | | Die Merkmalspaare sind: während der vegetativen Entwickelung | während der Keimzellbildung |
|---|---|---|---|
| 1. | *Pisum*-Typus[2]) . . . . . | heterodynam | schizogon |
| 2. | — | heterodynam | homöogon |
| 3. | *Zea*-Typus . . . . . . . | homodynam | schizogon |
| 4. | *Hieracium*-Typus . . . . | homodynam | homöogon |

Davon sind der erste und vierte Typus[3]) durch MENDEL bekannt geworden; auf die Existenz des dritten habe ich schon in meiner ersten Mittheilung hingewiesen (II, p. 160 und 167, Anm.). Für den zweiten, der ganz gewiss auch vorkommt, habe ich noch kein sicheres Beispiel.

Beim Mais kommen alle drei Typen vor, z. B.:

1. Der *Pisum*-Typus: bei der chemischen Beschaffenheit des Reservemateriales im Endosperm (Stärke — „Zucker und Dextrin").
2. Der *Zea*-Typus: bei der Farbe der Kleberschicht (blau — nichtblau) und der des übrigen Endosperms (gelb – weiss).
3. Der *Hieracium*-Typus: bei der Grösse (Capacität) und Gestalt der Fruchtschale.

1) Ueber DE VRIES' Terminologie, der ich mich leider nicht anschliessen kann, vergl. S. 216.

2) Er kommt offenbar auch bei Thierbastarden vor, wenigstens stimmen die Angaben, die v. GUAITA über die Bastarde der Hausmausalbinos mit der japanischen Tanzmaus gemacht hat, für das Merkmalspaar: tanzen — nicht tanzen recht gut.

3) Es sind bei den Hieracien nach MENDEL nicht nur die einzelnen Individuen des Bastardes in der ersten Generation unter sich ungleich (DE VRIES, III, S. 436), sondern im einzelnen Merkmal hält der Bastard zum Theil die Mitte (II, S. 29). „Wenn wir die einzelnen Merkmale dieser Bastarde mit den correspondirenden Charakteren der beiden Stammeltern vergleichen, so finden wir, dass dieselben theils **Mittelbildungen** darstellen, theils aber dem einen der beiden Stammmerkmale so nahe stehen, dass das andere weit zurücktritt oder fast der Beobachtung entschwindet." Die „Prävalenzregel", das Dominiren des einen Merkmales über das andere, ist also nach MENDEL nicht „eine andere" (DE VRIES S. 436), sie gilt einfach zum Theil nicht.

Soweit es geprüft wurde, stimmte das Verhalten in der ersten Generation und in den folgenden, durch Selbstbestäubung erzielten Generationen, das bei der Rückkreuzung zu den Stammrassen und das bei der Bildung von Tripelbastarden genau mit dem überein, was sich von vornherein, aus den Annahmen, für jeden einzelnen Typus ableiten liess.

Homodyname und heterodyname Paare halte ich jetzt nicht mehr für so scharf getrennt, wie früher (vergl. S. 214). Das Verhalten dieser letzteren stellt wohl nur einen Grenzfall dar, in einer Reihe, die man sich aus homodynamen Merkmalspaaren bilden kann, wenn im einzelnen Paar das Verhältniss in der Entfaltungsstärke der Anlagen stets das gleiche ist, die Stärke der einen (endlich recessiven) aber bei jedem folgenden Paare etwas mehr zu Gunsten der anderen (endlich dominirenden) abnimmt. — Die Merkmalspaare der „faux hybrides" MILLARDET's („dichodynam" könnte man sie nennen) stellen den Grenzfall einer anderen Reihe aus homodynamen Merkmalspaaren dar, bei denen das gegenseitige Verhältniss der Anlagen bei dem einzelnen („pökilodynamen") Paare stark variirt, die Zahl der Zwischenstufen aber bei jedem folgenden Paare, dem vorhergehenden gegenüber, abnimmt. So hat es schon MILLARDET aufgefasst.

Schizogone und homöogone Keimzellbildung sind dagegen scharf getrennt. Darin, dass, wie DE VRIES neulich gezeigt hat, bei gewissen Bastarden dasselbe Merkmalspaar bei den einen Individuen schizogon, bei den anderen homöogon ist, liegt natürlich kein Uebergang, so wenig, wie darin, dass die Höhe der Pflanzen bei den Erbsen schizogone, beim Mais homöogone Merkmalspaare abgiebt.

Das Zahlenverhältniss der verschiedenen Keimzellen fand ich beim Mais immer wie 1 : 1, und dem entsprechend bei einem drei schizogone Merkmalspaare vereinigenden Bastard für jede der achterlei Keimzellen sehr annähernd 12,5 pCt. der Gesammtzahl.

Die Entfaltungsstärke einer Anlage (ihr Vermögen, sich neben ihrem Paarling während der vegetativen Entwickelung des Bastardes geltend zu machen) kann grossen Schwankungen unterworfen sein. Einfluss hat:

a) Bei schizogonen und homöogonen Merkmalspaaren.

1. Die Individualität der einzelnen Anlagen oder, wenn man will, der Keimzellen mit diesen Anlagen beim selben Individuum. ♂ Blaue Kleberschicht und ♀ weisse Kleberschicht können im selben Xenien-Kolben geben blaue, weisse oder intermediär-gefärbte (homogene oder gescheckte) Kleberschicht. Fielen diese Mittelstadien weg, so hätten wir das Verhalten eines dichodynamen Merkmalspaares bei den „faux hybrides" MILLARDET's.

2. Die Individualität der einzelnen Pflanzen innerhalb

derselben Rasse. Sie war besonders deutlich bei meiner (reinen) Rasse *cyanea.*

3. Die Rassenzugehörigkeit. Bei dem Merkmalspaar: gelbes Endosperm — weisses Endosperm ist es z. B. für das Aussehen des Bastardendospermes gar nicht gleichgültig, welche Rasse mit weissem Endosperm ich zur Bestäubung einer Rasse mit gelbem Endosperm nehme; es ist (gegenüber der Rasse *vulgata*) die Rasse *dulcis* schwächer als die Rasse *alba* und diese schwächer als die Rasse *leucoceras.* (Die Wahl unter den „gelben" Rassen hat keinen so deutlichen Einfluss). Das zeigt, dass die „Kreuzung der Merkmale" auch im engsten Verwandtschaftskreise nicht ohne Weiteres an Stelle der Kreuzung der Sippen (Rassen, Varietäten, Arten) gesetzt werden kann.

b) Bei schizogonen Merkmalspaaren.

4. Der Zustand der Anlage, ob die Keimzelle von einer (rein gezüchteten) Rasse stammt, oder von einem Bastard, ob die Anlage „rein" oder „abgespalten" ist. Er äussert sich a) im Verhalten gegenüber der „reinen" Anlage für das andere Merkmal desselben Paares, b) im Verhalten gegenüber der „abgespaltenen" Anlage für das andere Merkmal desselben Paares. Ein Merkmalspaar, das „rein" homodynam ist, kann „abgespalten" fast heterodynam sein (z. B. die Farbe der Kleberschicht).

---

Was die Endospermbastarde, „die Xenien" anbetrifft, so habe ich zu meinen vorläufigen Sätzen (I) wenig hinzuzufügen. Zu den Merkmalen des Endosperms, bei denen ich keinen „directen Einfluss" der Bastardbestäubung nachweisen konnte (in denen also das Bastardendosperm dem Endosperm der Mutterpflanze gleich war), müssen — ausser den schon früher angeführten, der Grösse und der Form — noch die Form der Kleberzellen und zum Theil die physikalische Beschaffenheit des Endosperms (Volumverhältniss und Lage des mehligen und hornigen Theiles) gerechnet werden, unter die Merkmale, bei denen sich der „directe Einfluss" zeigt, das Gewichtsverhältniss von Embryo und Endosperm.

Drei meiner früher ausgesprochenen Sätze muss ich modificiren. Zunächst Satz 12: „Eine bestimmte Eigenschaft, die überhaupt als Xenie auftreten kann (z. B. die blaue Kleberschicht), wirkt bei jeder Rasse, die sie besitzt, durch die Bestäubung auf jede andere Rasse, die diese Eigenschaft nicht besitzt, in gleicher Weise ein, wie verschieden diese bestäubten und bestäubenden Rassen sonst sein mögen." Wir sahen schon, dass die Rasse einen deutlichen Einfluss haben kann (siehe oben, Fall 3). Das wurde freilich erst durch die Versuche mit der Rasse *leucoceras* klar, die ich im verflossenen Sommer zum ersten Mal verwenden konnte.

Dann Satz 10: „Wenn zwei Rassen nur in einem Punkt verschieden sind, in dem sich Xenien zeigen können, so ist die Beeinflussung stets einseitig, nicht gegenseitig.“ Hier muss das stets durch oft ersetzt werden. Auch das wurde erst durch die Versuche mit der Rasse *leucoceras* ganz deutlich. — Bestehen bleibt, dass das Ergebniss der einen Bestäubung (♀ I + ♂ II) der einen Rasse (z. B. I) um soviel näher steht, als das der anderen Bestäubung (♀ II + ♂ I), dass man es von dieser Rasse (I) nicht unterscheiden kann.

Endlich Satz 13: „Wird das Endosperm einer Rasse (A) nach der Bestäubung mit dem Pollen einer zweiten Rasse (B) verändert, so geht der Einfluss doch nie so weit, dass es dem Endosperm der zweiten Rasse (B) in dem Punkte völlig gleich würde.“ Hiervon bildet ein Merkmalspaar eine Ausnahme: Die chemische Beschaffenheit des Reservematerials im Endosperm. „Zucker und Dextrin“ + Stärke geben stets Stärke; das Merkmalspaar ist eben heterodynam. Ich wurde seiner Zeit durch die stärker bräunliche Farbe der Körner verleitet Xenie ♀ *dulcis* + ♂ *alba* für etwas ähnlich der Rasse *dulcis* zu halten, gegenüber Xenie ♀ *alba* + ♂ *dulcis*, die ganz gleich Rasse *alba* war und übersah, dass das durch die Fruchtschale bedingt war.

Den Einfluss, den das Geschlecht haben kann, erkläre ich, wie früher, dadurch, dass die beiden Polkerne zusammen eine grössere und dadurch wirksamere Idioplasmamasse besitzen, als der eine generative Kern aus dem Pollenschlauch. Wenn wir die Form der Kleberzellen nach beiden Bestäubungen (♀ I + ♂ II und ♀ II + ♂ I) ganz unverändert finden, so ist das nur ein extremer Fall dieses Einflusses. Es würde hier zu weit führen mit obiger Annahme und der Vorstellung, dass die Entfaltungsstärke der einen Anlage, der der anderen gegenüber, bei den verschiedenen Merkmalspaaren sehr verschieden sein kann, das Verhalten derselben in jedem einzelnen Falle zu erklären (III). — Die Kernverschmelzung betrachte ich als Befruchtung.

Das Auftreten „gescheckter“ Xenien-Körner kann ich nicht mit WEBBER (I, p. 33f.) auf eine parthenogenetische Entwickelung des zweiten generativen Kernes aus dem Pollenschlauch zu Endosperm, neben den ebenfalls parthenogenetisch sich zu Endosperm entwickelnden Polkernen, zurückführen, aus verschiedenen Gründen. Den schlagendsten lieferten die Kolben der Rasse *alba* (mit weissem Endosperm), die mit dem Pollen des Bastardes *cyanea* + *vulgata* bestäubt wurden. Bei jenen Früchten (25 pCt.), die durch Pollenkörner mit den Anlagen für gelbes Endosperm und für blaue Kleberschicht entstanden, war das ganze Endosperm homogen hellgelb und gleichzeitig die Kleberschicht mehr oder weniger intensiv (homogen blau) oder blaugefleckt. Nach dem einen Merkmal müsste WEBBER eine Vereinigung der Kerne, nach dem anderen eine parthenogenetische

Entwickelung annehmen; beides zugleich ist aber beim Endosperm doch nicht möglich.

Ueber den Zeitpunkt und den Modus der Spaltung vergleiche man die ausführliche Publication; sie sind dort unter Berücksichtigung der Einwände, die STRASBURGER mir gemacht hat, besprochen. Dort findet man auch ausgeführt, wie man sich ungezwungen das Auftreten der abgespaltenen Anlagen in anderen Verhältnissen als 1 : 1 deuten kann.[1])

Nur soviel sei hier noch bemerkt: die Spaltung des Idioplasmas bei der Bildung der Keimzellen ist, meiner Meinung nach, ein normaler Vorgang, der auch bei den Individuen einer rein gezüchteten Rasse, nicht nur bei Bastarden, eintritt; man sieht hier nur die Folgen nicht. Ist er morphologisch, im Modus der Kerntheilung erkennbar, so wird sich das auch hier nachweisen lassen. Die Abnormitäten, die JUEL neuerdings bei der Pollenbildung des Bastardes *Syringa persica* + *vulgaris* in der Form der Kerntheilung beobachtet hat, können kaum mit der Spaltung, der regelmässigen Vertheilung der Anlagen schizogoner Merkmalspaare, in Zusammenhang gebracht werden.

---

Ich muss nun noch begründen, warum ich nicht aus der dreifachen, von DE VRIES (III, S. 437) vorgeschlagenen Terminologie „isogon“, „erbgleich“ und „echt“ für Bastarde vom Verhalten der Erbsenbastarde MENDEL's und „anisogon“, „erbungleich“ und „unecht“ für Bastarde vom Verhalten der Hieracien- und Erdbeer-Bastarde, ein Paar ausgewählt und auf die Merkmalspaare übertragen habe, sondern neue Termini „schizogon“, und „homöogon“ verwendet habe.

Ich hatte in meinem Manuscript wirklich die Ausdrücke „isogon“ und „anisogon“ gebraucht, habe sie dann aber, mit Bedauern, aufgegeben, weil sie, meiner bescheidenen Meinung nach, gerade umgekehrt hätten verwendet werden sollen, ich sie also für irreleitend halten musste. DE VRIES sagt:

„Im Folgenden werde ich deshalb die Kreuzungen, deren Producte sich bei der Bildung ihrer Geschlechtsorgane gleichwerthig spalten und welche also dem MENDEL'schen Principe folgen, erbgleich oder isogon nennen und ihre Producte, d. h. die Bastarde selbst, als echte Bastarde bezeichnen.“

„Dagegen nenne ich die Kreuzungen, deren Producte sich in jener Lebensperiode entweder nicht oder nach anderen Regeln spalten, erbungleiche oder anisogone und die Bastarde, im Anschluss an MILLARDET, unechte.“

1) Solche Fälle hat neuerdings DE VRIES (III) beschrieben, auch bei Levkoyen kommt wohl etwas Aehnliches vor IV, p. 105, Anm.).

Unter „isogonen“ „Gleiches erzeugenden“, oder „gleiche Nachkommenschaft habenden“ Bastarden würde man doch zunächst die Bastarde verstehen, bei denen die Nachkommen unter sich gleich sind, oder den Eltern gleich sehen, bei denen keine Spaltung eintritt, also die anisogonen Bastarde DE VRIES' und unter „anisogonen“, „Ungleiches erzeugenden“, oder „ungleiche Nachkommenschaft habenden“, die, deren Nachkommenschaft unter sich oder von den Eltern verschieden ausfällt, die sich spalten, also die isogonen Bastarde DE VRIES'[1]).

Ebenso würde ich die Ausdrücke „erbgleich“ und „erbungleich“ gerade umgekehrt angewandt haben; einen Erbsenbastard A + a, dessen Keimzellen entweder nur die Anlage A oder nur die Anlage a erhalten, hätte ich erbungleich, einen *Hieracium*-Bastard, bei dem alle Keimzellen die Anlage A und die Anlage a mit bekommen, erbgleich genannt. — Es ist ja richtig, dass im ersten Fall das „Erbe“ der beiderlei Keimzellen quantitativ gleich ist, aber es ist qualitativ verschieden; im zweiten Fall ist es aber quantitativ auch gleich und dazu auch noch qualitativ gleich. Zieht man das Erbe in Betracht, so kann man also nur nach der Qualität unterscheiden, und dann muss man, meiner bescheidenen Meinung nach, „gleich“ und „ungleich“ gerade umgekehrt anwenden, als es DE VRIES thut[2]).

Die dritte Bezeichnung, „echte“ und „unechte“ Bastarde lässt sich natürlich nicht auf die Merkmalspaare übertragen; „echte Merkmalspaare“ und „unechte Merkmalspaare“ zu sagen, hätte keinen Sinn.

DE VRIES identificirt MILLARDET's „faux“ hybrides mit seinen „unechten“ Bastarden. Sieht man aber genauer zu, so findet man, meines Erachtens, dass MILLARDET seine faux hybrides ganz anders definirt hat, als DE VRIES seine unechten Bastarde definirt. Ich muss diesen Punkt zur Sprache bringen, weil unsere verschiedenen Auffassungen der Grund waren, weshalb ich DE VRIES gegenüber die beschränkte Gültigkeit der MENDEL'schen Spaltungsregel so betonte, und weil die treffliche Originalarbeit MILLARDET's leider nicht so zugänglich ist, wie sie es verdiente, so dass nicht jeder sich selbst ein Urtheil bilden kann.

DE VRIES hat in seinen ersten einschlägigen Veröffentlichungen

---

1) Die Ausnahmsfälle, wo einzelne Individuen der „anisogonen“ Bastarde „spalten“ — sie scheinen nach DE VRIES' Angabe sehr selten zu sein — darf man wohl hier bei Seite lassen; nach ihnen kann sich die Terminologie nicht richten.

2) Auch in dem Verhalten während der vegetativen Entwickelung in der ersten Generation sind die Erbsenbastarde MENDEL's in Bezug auf ihr „Erbe“ nicht anders gestellt, als die *Hieracium*-Bastarde. Das Erbe besteht ja nicht ausschliesslich aus dem, was man an ihnen sieht.

(I, II) von den Bastarden, für die jene Regeln allgemein gelten sollten, die faux hybrides MILLARDET's in einer Anmerkung ausgenommen, definirte aber nicht, was er darunter verstanden wissen wollte. Danach durfte man annehmen, er verstehe dasselbe darunter, wie MILLARDET.

Was wollte nun MILLARDET darunter verstanden wissen? Das sagt er selber ganz deutlich und an verschiedenen Stellen seiner Mittheilung, am ausführlichsten p. 18, zu Beginn des allgemeinen Theiles:

„J'espère avoir établi par ce qui précède que l'hybridation, contrairement à ce qu'on a cru jusqu'ici, n'est pas toujours accompagnée, dans l'hybride produit, d'un croisement et d'une modification des caractères spécifiques des deux espèces qui ont réagi l'une sur l'autre, mais qu'elle peut donner naissance à des individus sinon absolument identiques au père ou à la mère, du moins reproduisant d'une manière complète les types spécifiques de l'un ou de l'autre. Ce nouveau genre d'hybrides manque donc du caractère essentiel des hybrides qui est la réunion plus ou moins complète, dans un individu, et la modification des caractères de chacune des deux espèces composantes. Pour distinguer ces hybrides des hybrides normaux, on pourra se servir du terme de faux hybrides, et pour désigner l'opération dont ils sont le résultat, employer le mot de fausse hybridation ou pseudo-hybridation. On pourrait aussi désigner ce nouveau genre d'hybrides sous le nom d'hybrides sans croisement, et ces hybridations sous celui d'hybridations sans croisement.“ — Das Verhalten der Nachkommenschaft fand ich nirgends zur Charakterisirung herbeigezogen. Dass DE VRIES die faux hybrides anders auffasse, konnte man um so weniger annehmen, als er in der ersten Veröffentlichung (I) sie bei der Besprechung des Verhaltens während der vegetativen Entwickelung des Bastardes (durch eine Anmerkung) ausnahm, nicht bei der Besprechung der Keimzellbildung des Bastardes.

Erst in der letzten Mittheilung erfahren wir, was DE VRIES unter den „faux hybrides“ MILLARDET's verstanden wissen will. Die Bastarde, deren Merkmalspaare sich nicht (oder nach anderen Regeln) spalten: „Er (MILLARDET) schlägt für die sich nicht spaltenden Hybriden den Namen unechte Bastarde vor“ etc.

Das einzige Merkmal, das ich bei MILLARDET zur Charakteristik herbeigezogen finde, kommt für die Definition DE VRIES' gar nicht in Betracht, und das Merkmal, das DE VRIES als Charakteristicum der faux hybrides angiebt, passt nach den veröffentlichten Beobachtungen MILLARDET's wohl für die ganz überwiegende Mehrzahl der Fälle, aber doch nicht für alle (Exemple 10, p. 13). Ich weiss erst seit ein paar Wochen privatim, durch die Liebenswürdig-

keit MILLARDET's, dass sich hier ein Irrthum eingeschlichen hat[1]). DE VRIES mag das schon länger gewusst haben, veröffentlicht ist die Correctur aber nicht, und wer nur MILLARDET's Originalabhandlung kennt, kann nicht verstehen, warum DE VRIES die faux hybrides gerade so definirt. Hätte DE VRIES von vorn herein seine Definition mitgetheilt, so wäre jedes Missverständniss vermieden worden.

Es ist eine Frage für sich, ob es sich empfiehlt — auch jetzt, wo der Ausnahmsfall beseitigt ist, und alle faux hybrides MILLARDET's nicht „spalten“ — mit DE VRIES ihren Begriff umzugestalten, sie, statt durch das Verhalten der Merkmale während der vegetativen Entwickelung, durch das während der Keimzellbildung zu definiren. Ich glaube es nicht, und zwar aus zwei Gründen, einem praktischen und einem theoretischen.

Man darf zunächst doch wirklich Bedenken haben, weit mehr als die Hälfte der Bastarde (nach der Schätzung DE VRIES) „unechte Bastarde“ zu nennen, darunter jedenfalls viele der klassischen, z. B. *Nicotiana rustica + paniculata* (nach FOCKE, Pflanzenmischlinge (S. 277). Bastarde sind es doch alle[2]).

Dann ist es gar nicht gesagt, dass die faux hybrides im Sinne MILLARDET's homöogon, („unecht“ nach DE VRIES) sein müssen. DE VRIES selbst hat spaltende Individuen beobachtet. Das Verhalten während der vegetativen Entwickelung des Bastardes und das während seiner Keimzellbildung haben gar nichts mit einander zu thun (S. 212); man wird gewiss noch faux hybrides MILLARDET's finden, die „spalten“, schizogon sind. Ich weise auch auf das Merkmalspaar: blaue Kleberschicht – weisse Kleberschicht beim Mais hin (S. 213); fielen hier die zahlreichen Mittelstufen weg, so dass nur die Extreme — ganz weisse und ganz blaue Körner — entstünden, so hätten wir einen faux hybride, der „spaltet“, und zwar nicht nach anderen Regeln und ausnahmsweise, sondern regelmässig, wie die Erbsenbastarde.

Es dürfte sich also aus verschiedenen Gründen empfehlen, die „faux hybrides“ auch fernerhin so zu definiren, wie es MILLARDET gethan hat, also durch das Verhalten bei der vegetativen Entwickelung des Bastardes, und Merkmalspaare, die sich spalten, schizogon, solche, die das nicht thun, homöogon zu nennen. Diese Ausdrücke lassen sich auch auf die Bastarde übertragen, die nur schizogone oder nur

1) Es waren mit der zur Cultur verwandten Haideerde Samen der wilden *Fragaria vesca* eingeschleppt worden. Herr Prof. MILLARDET hat mir gütigst erlaubt, dies zu veröffentlichen.

2) Streng genommen ist die Bezeichnung bei MILLARDET auch nicht ganz passend. Sie lässt sich aber eher verstehen: man sah seinen Bastarden nicht an, dass sie Bastarde waren.

homöogone Paare vereinigen. Die Zahl der Bastarde aber, bei denen beiderlei Paare vorkommen, die also nach DE VRIES: „echt" und „unecht" zugleich sind, ist gewiss so gross, wie die Zahl jener. Ich hatte seiner Zeit gleich betont, dass bei den Erbsenbastarden nicht alle Anlagenpaare gespalten werden, bei den Bastarden des Mais ist es eine ganz allgemeine Erscheinung, dass die einen Merkmalspaare schizogon, die anderen homöogon sind, und einen ähnlichen Fall hat neuerdings auch DE VRIES für *Oenothera* beschrieben (III).

## Litteratur.

I. CORRENS, C. Untersuchungen über die Xenien bei *Zea Mays*. (Vorl. Mitthlg.). Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., 1899. **17.** 410. f. 29. Dec. 1899.

II. —, G. MENDEL's Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde. Ebenda, 1900. **18.** 158.

III. —, Referat über DE VRIES' und seine eigenen Beobachtungen über Mais-Xenien. Botan. Ztg., 1900. **58.** 235.

IV. —, Ueber Levkoyenbastarde. Zur Kenntniss der Grenzen der MENDEL'schen Regeln. Botan. Centralb., 1900. **84.** 97.

I. MENDEL, G., Versuche über Pflanzen-Hybriden. Verhandl. d. naturf. Vereines in Brünn, 1866.

II. —, Ueber *Hieracium*-Bastarde. Ebenda, 1870.

I. MILLARDET, A., Note sur l'hybridation sans croisement ou fausse hybridation. Mém. Soc. Sc. phys. et natur. de Bordeaux, 1894, t. IV. 4. Série.

I. DE VRIES, HUGO, Sur la loi de disjonction des hybrides. Comptes rendus de l'Acad. des sc. Paris, 1900.

II. —, Das Spaltungsgesetz der Bastarde. (Vorl. Mitth.). Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., 1900. **18.** 83.

III. —, Ueber erbungleiche Kreuzungen. (Vorl. Mitth.) Ebendort, 1900. **18.** 435.

I. WEBBER, HERBERT, J. Xenia, or the immediate effect of Pollen in Maize. U. S. Dep. of Agric. Div. of veg. Phys. and Pathol. Bull. Nr. 22, 1900, 12. Sept.

# Sitzung vom 26. April 1901.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Als ordentliches Mitglied ist vorgeschlagen Herr:

**Heering,** Dr. **W.**, in **Hamburg**-Eimsbüttel, Wiesenstr. 39 (durch KUCKUCK und C. BRICK).

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proclamirt:

Frau **Schwabach, E.,** in Berlin,
Herr **Hallier,** Dr. **Hans,** in Hamburg,
„ **Wiedersheim,** Dr. **Walter,** in Tübingen.

Der Vorsitzende theilt der Gesellschaft mit, dass unser correspondirendes Mitglied

Herr **Maxime Cornu**

in Paris verstorben ist. Seine wissenschaftlichen Verdienste, welche besonders auf dem Gebiete der Mykologie und der Erforschung der Reblauskrankheit liegen, zu würdigen, muss einem späteren Nachrufe vorbehalten bleiben. Um das Andenken des Verstorbenen zu ehren, erhoben sich die in der Sitzung Anwesenden von ihren Plätzen.

# Mittheilungen.

## 27. A. Nabokich: Wie die Fähigkeit der höheren Pflanzen zum anaëroben Wachsthum zu beweisen und zu demonstriren ist.

Zweite vorläufige Mittheilung[1]).

Eingegangen am 1. April 1901.

Das Erziehen der höheren Pflanzen im sauerstofffreien Raume blieb bisher erfolglos. Nach einer ganzen Reihe von Versuchen, deren Beschreibung vorläufig zum Drucke vorbereitet wird, haben wir uns überzeugt, dass die verneinenden Schlussfolgerungen vieler Autoren (WIELER, WORTMANN, PALLADIN, DETMER, CORRENS etc.) dem Wesen der Sache nach nicht überzeugend sind und auf Missverständniss beruhen; das von ihnen beobachtete Aufhören des Wachsthums ist nicht durch Sauerstoffabwesenheit (der in den meisten Versuchen nicht völlig ausgeschlossen blieb), sondern durch andere Ursachen zu erklären. Diese letzteren beruhen auf der dem Hauptzweck nicht in geeigneter Weise angepassten Versuchsmethode: die Erhaltung der Zuwächse. Die Sache liegt darin, dass die Mehrzahl der Autoren zur Entfernung des Sauerstoffs einen Wasserstoffstrom (oft im Verein mit einer Wasserstrahl-Luftpumpe oder einer Luftpumpe) benutzten; die cultivirten Pflanzen wurden einem andauernden Aufenthalte in einer verdünnten Atmosphäre unterworfen, oder auch in einem mit inertem Gase angefüllten Raume gehalten, dessen Sättigung mit Wasserdampf durchaus nicht immer gelang und in jedem Falle nicht mit der Vollständigkeit, welche a priori als wünschenswerth erscheint. Kurz gesagt, die Pflanzen wurden im Laufe des ganzen Versuchs nicht in dem Zustand des Turgors erhalten, welcher sich bei ihnen im Momente der ersten Messung beobachten liess[2]). Zweitens hatte die Benutzung der Atmosphäre eines inerten Gases natürlich

1) A. NABOKICH, Ueber anaërobes Wachsthum der Wurzeln. Vom 15. XII. 1900. Журналъ Опытной Агрономіи, 1900, Heft VI. (Zeitschrift für Experimental-Agronomie.)

2) WIELER, Beeinflussung des Wachsens u. s. w. Untersuch. aus dem Bot. Inst. zu Tübingen, Bd. I, Heft 2, 1883, S. 198, 200, 229 ff. — PALLADIN, Bedeutung des Sauerstoffs für die Pflanzen. (Russisch). Moskau 1886. S. 21—23, 45, 87, 93. — WORTMANN, Botanische Zeit. 1884, S. 705—713. — Ders., Arbeiten aus dem Bot. Inst. zu Würzburg. 1880, Bd. II, S. 509. — CORRENS, Flora 1892, S. 87 ff.

das zur Folge, dass die Producte der intramolecularen Athmung (Alkohol etc.) in den Geweben blieben, sich anhäuften und die Pflanze vorzeitig abtödteten.

Endlich ignorirten die Autoren in fast allen Versuchen die Ernährung ihrer Objecte (gewöhnlich Abschnitte von verschiedenen Organen) mit organischen Stoffen, z. B. mit Zucker, was in der Gegenwart, nach der Veröffentlichung einer ganzen Reihe von Versuchen über die Anaërobiose, kaum als zweckmässig erscheint (DIAKONOW, PALLADIN, RITTER und viele andere).

Die angegebenen Bedingungen genügen, um statt einer Verlängerung der Lebensdauer der Objecte eine Verkürzung zu erhalten. Der ungünstige Ausgang der Untersuchungen wurde noch dadurch verstärkt, dass ähnliche Versuche nicht länger als 10—22 Stunden dauern konnten. Der rasche Wechsel der normalen Atmosphäre durch eine sauerstofffreie musste auf die Pflanze äusserst ungünstig einwirken: die Pflanzen litten ohne Zweifel durch den Uebergang und passten sich den neuen Bedingungen des Stoffwechsels nur allmählich an, so dass mehr oder weniger bedeutende Zuwächse nur nach Verlauf von 15—24 Stunden nach dem Beginne des Versuchs constatirt werden konnten. Die angenommene Wasserstoffmethode verlangt das Aufhören des Experiments, nämlich in dieser Zeit.

Um also im sauerstofffreien Medium an den Wurzeln und Stengeln der höheren Pflanzen mehr oder weniger bedeutende Zuwächse zu constatiren, war es nöthig, die anaëroben Versuche den aufgezählten Forderungen anzupassen. Zu diesem Zwecke kann man sich an die Beschreibung einiger classischen Versuche PASTEUR's wenden; wir experimentiren gegenwärtig mit dem günstigsten Resultate folgendermassen:

Es wird ein kleiner Destillirkolben (von 50—70 *ccm*) mit einem am Halse angeschmolzenen Seitenrohre genommen, welcher auf einem Blasetisch zu einer dickwandigen Capillare ausgezogen wird (Fig. I). In den Kolben werden 40—50 *ccm* 0,5—2,0procentige Glukose- oder Rohrzuckerlösung gegossen. Es werden bei Zeiten etiolirte Keimlinge des Mais, der Sonnenblume, der Zwiebel und andere vorbereitet; Abschnitte von Stengeln und Wurzeln werden 1—4 Stunden vor dem Versuche in Wasser gehalten, danach werden sie sortirt und für die Messung durch Einschnitte markirt. Die Messung wird mit einem Zirkel und genauem und feinem Lineal unmittelbar vor dem Eintauchen der Keimlinge in die Zuckerlösung ausgeführt. Gleich nach dem Eintauchen wird der breite Hals des Kolbens zugeschmolzen und nach Abkühlung des letzteren wird der Kolben mit dem Vacuum irgend einer starken Pumpe verbunden. Zur Vereinigung dient ein dicker, aber nicht besonders schwerer Kautschukschlauch mit einer gewöhnlichen Klemme am freien Ende. Die Klemme wird unweit

der Capillaren angebracht und zur Verbindung des Kolbens mit der arbeitenden Luftpumpe geöffnet. Nach Erreichung des möglichen Minimums des Evacuirens (0—15 *mm*) wird der Kolben ein Wenig in kochendes Wasser gesenkt. Das Nährsubstrat fängt sofort stürmisch an zu kochen, wobei die sich bildenden Dämpfe allmählich aus dem Kolben die letzten Sauerstoffspuren austreiben, natürlich nur, wenn die Arbeit der Pumpe während des Versuchs nicht unterbrochen wird. Nach dem Entfernen der Gase lässt sich ein schnelles Ueberhitzen der Lösung beobachten, und deshalb ist es nöthig, den Kolben recht oft wiederholt in kochendes Wasser einzutauchen und mit der Abkühlung zu wechseln. Um einem entgegengesetzten Strom der Sauer-

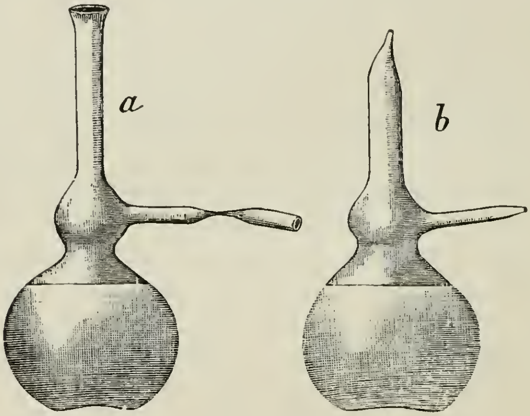



*Fig. I.*

stoffspuren aus dem Vacuum in den Kolben vorzubeugen, empfiehlt es sich, nur im Momente des stärksten Kochens die Klemme zu öffnen. Das Kochen im Laufe von 5—8 Minuten genügt völlig, um Phosphorleuchten aufhören zu lassen, aber es bietet keine Schwierigkeiten, wenn man den Process des Kochens bis auf 20—30 Minuten und mehr verlängert.

Nach möglichst völliger Entfernung des Sauerstoffs wird die Capillare des Seitenrohrs in der Flamme eines Gasbrenners vorsichtig erhitzt, zugeschmolzen und endlich abgebrochen (Fig. I, *b*).

Somit verweilen die ausgemessenen Objecte in einem von Sauerstoff befreiten, zugeschmolzenen Kolben, und folglich können wir sagen, dass die anaëroben Culturen der höheren Pflanzen im Nährsubstrate in ähnlicher Weise von uns ausgeführt werden, wie die Pasteur'schen Culturen der Mikroorganismen und der Hefe. Diese Methode bietet völlige Garantie vor Sauerstoffspuren. Wir wenden hier weder Wasserstoff, Kautschukschläuche, Gummipropfen, Hähne, noch Quecksilber an. Das Entfernen des Sauerstoffs wird am ener-

gischsten ausgeführt, wenn man noch die Vollkommenheit der jetzigen automatisch arbeitenden Quecksilberpumpen in Betracht zieht. Wir benutzten eine grosse MENDELEJEW'sche Glaspumpe, wie auch automatische Pumpen nach R. MÜNCKE, in Verbindung mit einer mit dem BABINÉ'schen Hahn versehenen Luftpumpe.

Ausserdem darf man nicht vergessen, dass das Kochen bei Erhitzung der Kolbenwände im kochenden Wasser ausgeführt wird, und dabei wird nicht nur das Substrat, die Wände des Kolbens und die Atmosphäre über der Lösung von Sauerstoff befreit, sondern auch die Untersuchungsobjecte, nämlich die Pflanzen. Wenn man den Einfluss des Processes der Sauerstoffbefreiung auf die Pflanzen erforschen will, so muss vor dem Aufstellen des Kolbens im Dunkeln eine sorgfältige Durchsicht der Objecte, ihre Messung und Abzeichnung ausgeführt werden, wozu man durch Neigung des Kolbens die Keimlinge an die Wände des Halses bringt und die Lösung in den Kolben abgiesst.

Auf Grund einer zahlreichen Reihe von Beobachtungen entschliessen wir uns, zu behaupten, dass in der grössten Mehrzahl der Fälle alle Operationen von der Messung bis zum Zuschmelzen keinen Einfluss auf die Grösse und Form der Keimlinge ausübten. Dies versteht man auch leicht, denn die Vollziehung des Experiments verlangt zu wenig Zeit, um bei den Versuchsbedingungen irgend welchen merklichen Zuwachs zu ermöglichen. Die Dauer der verschiedenen Operationen war bei einiger Gewandtheit und geeigneter Wahl der Apparate folgende:

| | | |
|---|---|---|
| Das Messen . . . . . . . . . . . | 3—5 | Minuten |
| Das Zuschmelzen . . . . . . . . | 2—5 | „ |
| Das Verdünnen der Luft . . . . . | 2—5 | „ |
| Das Kochen . . . . . . . . . . . | 15—30 | „ |
| Die Dauer des ganzen Versuchs . . | 22—45 | Minuten. |
| Im Ganzen vor dem Kochen . . . | 7—15 | Minuten. |

Diese Daten sind den Versuchsprotokollen entnommen, in denen 10—15 Pflanzen gemessen wurden. Das Quantum des Substrats überstieg nicht 40—45 *ccm*, die Kolben aber hatten eine Capacität von nur 60—65 *ccm*. Natürlich werden die Pflanzen, der Blasetisch, der Brenner, das Wasserbad und anderes schon bei Zeiten vorbereitet; die Luft wird in dem Trockenkolben mit $CaCl_2$, in den Kautschukschläuchen bis auf das mögliche Minimum schon vor dem Versuche verdünnt. Die ununterbrochene Ausführung aller Operationen verlangt eine gleichzeitige Theilnahme von zwei bis drei Personen; mit Hilfe einer Wasserluftpumpe aber gelingt es leicht einem einzelnen Beobachter, den ganzen Versuch allein auszuführen. Wenn es als wünschenswerth erscheint, sich endgültig vor den geringsten Mengen Sauerstoff sicher zu stellen, da solche in dem Kolben in

Folge der Unvollkommenheit der Pumpen oder ungenügenden Kochens vorhanden sein könnten, so empfiehlt es sich, schon bei Zeiten eine Nährlösung mit Zusatz von 0,1—0,5 pCt. Pepton oder Asparagin vorzubereiten. In den Kolben wird dann die trüb gewordene Flüssigkeit mit einer Flora zahlreicher, die letzten Spuren des Sauerstoffs verzehrenden Mikroorganismen gegossen. Wir haben uns überzeugt, dass, wenngleich die Bacterien einen schnelleren Tod der Pflanzen hervorrufen, sie dennoch im Laufe von 40—50 Stunden das Wachsthum nicht unterbrechen. Die sterilen Culturen kann man nur beim Erziehen sehr junger Keimlinge, z. B. der Erbse, der Sonnenblume und anderer benutzen. Die trockenen Samen werden in einer Bromlösung von 1 : 1000 im Laufe von 20—30 Minuten sterilisirt, in einem Strom sterilisirten Wassers gewaschen und in dem letzteren zur Anquellung und Aufkeimung 24—50 Stunden aufbewahrt.

Bei der Messung wird die Testa unweit den Wurzeln vorsichtig geöffnet; nach der Messung wird sie fortgeworfen. In die Cultur gelangen also nackte Keimlinge mit ganzen Cotyledonen oder nur mit Abschnitten der letzteren. Alle Instrumente und Glasapparate müssen natürlich in solchen Versuchen sterilisirt werden. Bei der Messung werden die Instrumente jedesmal durch eine Flamme geführt.

Die Dauer der Culturen der höheren Pflanzen unter den Bedingungen der Anaërobiose ist für verschiedene Objecte sehr verschieden. Am widerstandsfähigsten sind scheinbar einjährige Zwiebelchen von *Allium Cepa* und sehr junge Keimlinge von *Pisum sativum* und *Helianthus annuus*. Merkbare Zuwächse lassen sich hier schon nach Verlauf von 15—24 Stunden beobachten, bisweilen treten sie aber nur am dritten und vierten Tage deutlicher hervor. Die Abschnitte der Endinternodien der Maiskeimlinge oder die Abschnitte der Stengel von *Helianthus annuus* lassen erst nach 15—20 Stunden nach dem Kochen einen Zuwachs erkennen; starke Exemplare entwickeln sich erst am zweiten Tage, aber sie gehen schon nach 45—50 Stunden vom Beginne des Versuchs zu Grunde. Die Keimlinge der Gurke sterben 15—20 Stunden nach dem Beginn des Kochens, also noch früher ab, so dass sie für Versuche unbequem sind. Nicht besonders günstige Resultate erhielten wir mit Bohnen- und Schminkbohnen-Keimlingen. Das Vorhandensein der Testa auf den Keimlingen ist für das Wachsthum äusserst ungünstig, wodurch wir die Resultate der Versuche GODLEWSKI's und MASÉ's erklären, die die Frage des anaëroben Stoffwechsels oder Wachsthums bearbeiteten. Die Grösse der Zuwächse in einer jeden Cultur wird scheinbar vor allem durch die individuellen Besonderheiten der Keimlinge bestimmt.

Obgleich die vorläufige Auswahl ganz gleicher Objecte von grossem Nutzen ist, so beseitigt sie doch nicht diese Schwierigkeit. Wir

müssen jedoch bemerken, dass die Procentzahl der nicht wachsenden Pflanzen in den meisten Fällen sehr gering ist, nicht mehr als 5 bis 10 pCt. beträgt und in einigen Fällen bis auf Null sinkt. Der Zuwachs hängt noch von dem Alter und der Länge der genommenen Pflanzen oder ihrer Abschnitte ab. Sehr junge, kurze Keimlinge wachsen weniger als grössere, welche wiederum nur bis zu einem gewissen Masse sich gut entwickeln. Auf Grund dessen kann man annehmen, dass die Gesetze „von den Perioden des Wachsthums", wie sie SACHS aufgestellt hat, auch für die Erklärung der Erscheinungen unter den Bedingungen der Anaërobiose anzuwenden sind. Um einige Vorstellung von den Resultaten der oben beschriebenen Culturen zu geben, theilen wir einige Daten aus gleichen von uns in der letzten Zeit ausgeführten Versuchen mit.

## Versuch XXXI.

Die Länge des Stengelabschnittes von *Zea Mays* in Millimetern:

| | Pflanzen I. | Pflanzen II. |
|---|---|---|
| 20. II., Morgens, vor dem Versuche . . . . . . | 27.5 | 27,5 |
| 21. II., Morgens, während des Versuchs . . . . | 29,0 | 29,0 |
| 21. II., Abends, nach dem Versuche . . . . . . | 29,8 | 35,0 |
| Zuwachs in Millimetern in 36 Stunden . . . | **2,3** | **7,5** |

In der Cultur befanden sich in 35 *ccm* Zuckerlösung 7 Keimlinge, welche im Ganzen in 36 Stunden **19,5** *mm* Zuwachs ergaben.

## Versuch XXXIV.

Die Länge des Stengelabschnittes von *Zea Mays* in Millimetern:

| | |
|---|---|
| 1. III., 11 Uhr Morgens, vor dem Versuche . . . . . . . . | 35,0 |
| 2. III., 8 Uhr Morgens, während des Versuches . . . . . . | 36,5 |
| 2. III., 8 Uhr Abends, „ „ „ . . . . . . | 38,6 |
| 2. III., 10 Uhr Abends, „ „ „ . . . . . . | 39.6 |
| 3. III., 8 Uhr Morgens, nach dem Versuche . . . . . . . . | 43,2 |
| Zuwachs in Millimetern in 45 Stunden . . . . . . . . . | **8,2** |

Nach dem Versuche stellte es sich heraus, dass die Pflanze lebend und ausserordentlich elastisch war. Das Tödten im kochenden Wasser rief eine Verkürzung bis auf 5,2 *mm* hervor. Somit überstieg der durch Messungen erhaltene Zuwachs um einige Millimeter jene Grenzen, die durch die Schwankungen des Turgors könnten erhalten werden. In demselben Kolben, also in 35—40 *ccm* Zuckerlösung, befanden sich noch 20 Keimlinge, unter denen 7 Zwiebeln von *Allium* (ohne die oberen dicken und dünnen Scheiden). Die Zwiebeln wurden nicht gemessen, sondern nur Wurzelbildung an der sorgfältig angeschnittenen Basis beobachtet; auf ihr zeigte sich in der

That eine grosse Anzahl kleiner, 0,2—0,5 *mm* langer Würzelchen. Die übrigen 15 Keimlinge ergaben im Ganzen in 45 Stunden **44,5** *mm* Zuwachs.

## Versuch XXXV.

Die Länge des Stengelabschnittes von *Zea Mays* in Millimetern:

| | Pflanzen | | | |
|---|---|---|---|---|
| | I. | II. | III. | IV. |
| 2. III., vor dem Versuche | 30,7 | 30,7 | 30,7 | 30,7 |
| 4. III., nach dem Versuche | 36,0 | 35,5 | 35,0 | 35,0 |
| Zuwachs in 46 Stunden | 5,3 | 4,8 | 4,3 | 4,3 |
| Verkürzung nach dem Kochen in Wasser | 2,0 | 2,4 | 2,6 | 3,6 |

Die Länge der Stengelabschnitte von *Helianthus annuus* in Millimetern:

| | Pflanzen | | |
|---|---|---|---|
| | I. | II. | III. |
| 2. III., vor dem Versuche | 27,6 | 27,6 | 27,6 |
| 4. III., nach dem Versuche | 32,0 | 32,0 | 29,0 |
| Zuwachs in 46 Stunden | 4,4 | 4,4 | 1,4 |
| Verkürzung beim Kochen in Wasser | 2,0 | 2,5 | 0,5 |

In dieser Cultur befanden sich im Ganzen 16 Keimlinge, wobei vier Zwiebelchen von *Allium Cepa* nicht gemessen wurden, sondern nur die Bildung der Wurzeln beobachtet wurde. Die übrigen 12 Keimlinge ergaben im Ganzen in 46 Stunden **34,7** *mm* Zuwachs.

## Versuch XXXVII.

Die Länge des Stengelabschnittes von *Zea Mays* in Millimetern:

| | Pflanzen | | |
|---|---|---|---|
| | I. | II. | III. |
| Vor dem Versuche lebend | 52,7 | 40,2 | 40,2 |
| Nach dem Versuche todt | 53,3 | 45,5 | 44,3 |
| Minimalzuwachs in 50 Stunden | 0,6 | 5,3 | 4,1 |

Der Gesammtzuwachs für 16 Exemplare der Keimlinge betrug hier **22** *mm*; aber diese Grösse ist um so viel kleiner als die wirkliche, um wieviel diese von der Verkürzung der Keimlinge durch das Absterben bedingt war. Die Grösse der Verkürzung kann man nach den Daten der vorigen Versuche beurtheilen.

Um den Charakter und die Grösse der Zuwächse aller Objecte einer jeden Cultur bekannt zu machen, wollen wir die Messungsresultate des 34. Versuches mittheilen; aus diesem Versuche haben wir oben nur specielle Beobachtungen über einen Maisabschnitt und den Gesammtzuwachs angeführt.

*Zea Mays*, in Millimetern (Stengelchen):

| Vor dem Versuche | Nach dem Versuche | Zuwachs in 45 Stunden |
|---|---|---|
| 35,0 | 43,3 | + **8,2** *mm* |
| 29,5 | 31,0 | + 1,5 „ |
| 29,5 | 34,5 | + **5,0** „ |
| 29,5 | 31,7 | + **2,2** „ |
| 29,5 | 34,0 | + **4,5** „ |
| 24,5 | 26,2 | + 1,7 „ |
| 24,5 | 24,5 | 0,0 „ |
| 24,5 | 27,2 | + **2,7** „ |

*Helianthus annuus* (dieselben):

| Vor dem Versuche | Nach dem Versuche | Zuwachs in 45 Stunden |
|---|---|---|
| 24,5 | 26,8 | + **2,3** *mm* |
| 24,5 | 27,0 | + **2,5** „ |
| 24,5 | 26,3 | + 1,8 „ |
| 24,5 | 27,0 | + **2,5** „ |
| 24,5 | 28,0 | + **3,5** „ |
| 24,5 | 29,5 | + **5,0** „ |
| 24,5 | 25,6 | + **1,1** „ |

Der Versuch, die Keimlinge im kochenden Wasser zu tödten, zeigte, dass nur die mit fettem Druck bezeichneten Zuwächse die Grenzen der vom Turgor abhängenden Längenveränderungen überschritten. Um nicht eine ganze Reihe von Versuchen anzuführen, wollen wir nur darauf hinweisen, dass alle Versuche im Ganzen ein äusserst übereinstimmendes Resultat liefern, so dass wir keinen Versuch registriren können, in dem sich ein völliges Aufhören des Wachsthums beobachten liess.

Zahlen genügen nicht, um die beobachteten Wachsthumserscheinungen charakterisiren zu können. Mit den letzteren liessen sich nämlich in den meisten Fällen Bewegungserscheinungen, d. h. Krümmungen beobachten. So fangen die ganz geraden Maisabschnitte nach mehrstündigem Aufenthalte in den Kolben an sich zu krümmen (Fig. 3). Die Krümmungen sind bald bogenförmig, bald haben sie in der Mitte (resp. dem einen Ende näher) einen Winkel; bisweilen lässt sich eine spiralige Krümmung oder eine gewöhnlich schwach ausgeprägte Doppelbiegung beobachten. Aehnliche Krümmungen wurden sehr oft an Sonnenblumenstengeln bemerkt. Die Wurzeln der Erbse erheben sich bisweilen mit ihrem freien Ende von den Cotyledonen bis auf 45—90°. Am Ende der Wurzeln bildet sich eine zweite Krümmung, oder die ganze Wurzel erhebt sich von der Berührungsfläche der Cotyledonen zur Seite. Wie die Zuwächse, so erscheinen auch die Krümmungen erst nach Verlauf von 12—15 Stunden seit dem Zuschmelzen und verstärken sich erst am Ende des zweiten Tages oder, wie bei der Erbse, noch später. Die Natur der beobachteten Krüm-

mungen wurde bisher von uns nicht völlig aufgeklärt. Wir können jetzt nur darauf hinweisen, dass sie an jene Krümmungen sehr erinnern, welche man in der Luft nach einigen Stunden beobachtet, wenn die Keimlinge in Wasser gehalten werden.

Auf den beigefügten schematischen Abbildungen (Fig. 2—5) sind verschiedene Arten von Krümmungen vorgeführt, die sich in unseren Culturen beobachten liessen (*b*), wobei auch die Keimlinge vor dem Versuche angegeben sind (*a*). Die Wiedergabe des ganzen Apparates,

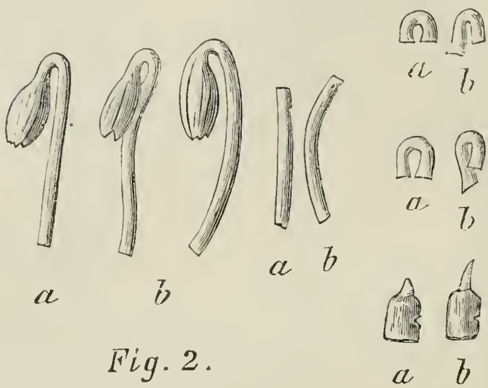



Fig. 2.

*Helianthus annuus.*

d. h. des Kolbens zum Trocknen, des Manometers, der Pumpen und anderes lassen wir an dieser Stelle fort[1]).

Um alles oben Gesagte zu illustriren, wollen wir noch einen Versuch mit der vollen Aufzählung aller in ihm ausgeführten Manipulationen, Messungen und Beobachtungen anführen.

## Versuch XXXIX.

Es wurden 45 *ccm* bacterienhaltiger Rohrzuckerlösung (1 pCt.) in einen Kolben von 65 *ccm* Capacität gebracht. Die Untersuchungsobjecte waren 10 etiolirte Stengelabschnitte des Mais, die nach dem Abschneiden zwei Stunden in Wasser gehalten wurden. Es wurde

1) Unter den Abbildungen sind auch hufeisenförmige Abschnitte der Stengel von *Helianthus* angeführt. Die Abschnitte wurden durch einen glatten Schnitt erhalten. Diese Objecte verlangen zum Constatiren der Wachsthumserscheinungen keiner vorhergehenden Messung. Die hufeisenförmigen Abschnitte sehr junger Keimlinge der Sonnenblume wachsen nämlich sehr ungleichmässig, und zwar wächst das von den Cotyledonen entferntere energischer, und deshalb wird die Krümmung unsymmetrisch. Dieses Object ist für das Demonstriren des anaëroben Wachsthums in Vorlesungen und in dem physiologischen Praktikum wohl geeignet.

die ganze Länge des Abschnittes gemessen; um das Verwechseln der Abschnitte zu verhindern, wurden sie entweder durch Einschnitte unmittelbar unter dem Internodium (unweit dem Schnitte) markirt, oder sie unterschieden sich nach ihrer Länge so sehr von einander, dass ihr Verwechseln unmöglich war. Alle Objecte waren völlig gerade. Ihre Messung geschah viermal: unmittelbar vor dem Versuche, nach 24 und 36 Stunden nach dem Zuschmelzen, wozu die Keimlinge auf die Wände des Halses versetzt werden, und endlich nach 44 Stunden,

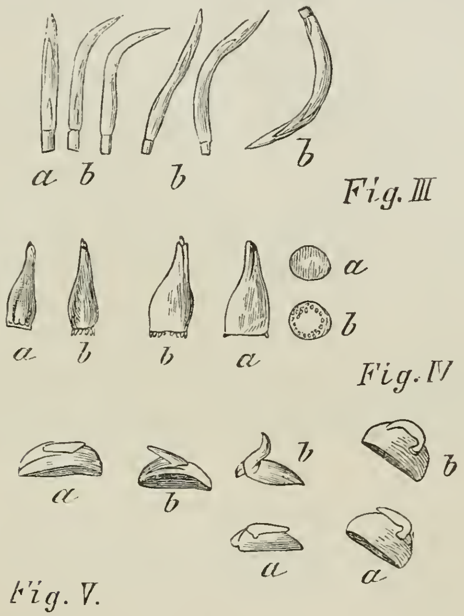



Fig. III. *Zea Mays.* — Fig. IV. *Allium Cepa.* — Fig. V. *Pisum sativum.*

sogleich nach dem Oeffnen des Kolbens. Der Process der Sauerstoffentfernung verlangte 42 Minuten Zeit, und zwar wurde

| | | | |
|---|---|---|---|
| die Messung angefangen . . . . . . | 12 | Uhr | 5 Minuten |
| „ „ beendet . . . . . . . . . | 12 | „ | 12 „ |
| das Zuschmelzen des breiten Halses . | 12 | „ | 14 „ |
| das Kochen angefangen . . . . . . | 12 | „ | 16 „ |
| „ „ beendet . . . . . . . . . | 12 | „ | 46 „ |
| das Zuschmelzen der Capillare . . . | 12 | „ | 47 „ |

Die Verdünnung der Atmosphäre in dem Kolben während des Kochens wurde mit einer automatischen Quecksilber-Luftpumpe (R. MÜNCKE) in Combination mit einer starken Luftpumpe ausgeführt.

Das Manometer zeigte völlige Verdünnung. Unmittelbar nach dem Kochen wurden keine Formveränderungen der Keimlinge bemerkt, was sich auch auf den Abend desselben Tages bezieht. Die

Krümmungen erschienen erst am zweiten Tage in sehr schwacher Form; nach 36 Stunden seit dem Beginne des Versuchs nahmen sie an zwei Objecten unbedeutend zu. Besonders bemerkbar wurden sie aber nach 44 Stunden, als die grösste Hälfte der Keimlinge sichtlich ihre Form veränderten. Einige von ihnen bildeten nämlich eine doppelte bogenförmige Krümmung, die anderen bogen etwas ihr Ende zurück, einige aber bildeten eine einfache bogenförmige Krümmung. Alle Keimlinge waren am Ende des Versuchs lebend und so elastisch, dass die Krümmungen in keinerlei Weise sich gerade biegen liessen[1]). Ausser der Länge der Keimlinge wurden auch vor und nach dem Versuche die inneren zusammengefalteten Blättchen gemessen, die deutlich durch ihre grelle gelbe Färbung hervortraten. Die Blättchen zeigten keine Merkmale des Ergrünens (wie in diesem, so auch in allen anderen Versuchen). Die Cultur wurde ausser der Zeit, in welcher die Messung ausgeführt wurde, im Dunkeln gehalten.

Versuchsdauer 8.—10. März, im Ganzen 44 Stunden.

Die Messungen ergaben Folgendes (die Stengelabschnitte in Millimetern):

| | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Länge der inneren Blättchen vor dem Versuche | 32,3 | 29,3 | 22,7 | 23,6 | 18,6 | 21,0 | 20,0 | 24,5 | 24,5 | 24,5 |
| Länge nach dem Versuche | 33,2 | 30,2 | 22,8 | 24,0 | 19,2 | 21,3 | 20,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 |
| Zuwachs in 44 Stunden | 0,9 | 0,7 | 0,1 | 0,4 | 0,6 | 0,3 | 0,0 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Länge der Pflanzen vor dem Versuche . . . . | 50,2 | 39,5 | 35,2 | 37,9 | 29,5 | 24,5 | 24,5 | 24,5 | 16,5 | 16,5 |
| Länge der Pflanzen nach dem Versuche . . . . | 57,2 | 41,8 | 39,6 | 38,3 | 32,2 | 27,5 | 26,0 | 30,3 | 19,0 | 20,0 |
| Zuwachs in 44 Stunden | **7,0** | **2,3** | **4,4** | **0,4** | **2,7** | **3,0** | **1,5** | **5,8** | **2,5** | **3,5** |

**Die Grösse der Zuwächse in verschiedenen Perioden der Cultur in Millimetern.**

| Pflanzen | in 24 Stunden | in 36 Stunden | in 44 Stunden | |
|---|---|---|---|---|
| 1. . . . . . | + 1,1 | + 2,0 | + 7,0 | Schwache Krümmung |
| 2. . . . . . | + 0,5 | + 1,0 | + 2,3 | „ |
| 3. . . . . . | + 0,0 | + 0,0 | + 4,4 | Starke Krümmung |
| 4. . . . . . | + 0,4 | + 0,6 | + 0,4 | „ |
| 5. . . . . . | + 0,0 | + 0,0 | + 2,7 | „ |
| 6. . . . . . | + 1,1 | + 2,0 | + 3,0 | Krümmung |
| 7. . . . . . | — | + 0,5 | + 1,5 | „ |
| 8. . . . . . | — | + 3'5 | + 5,8 | „ |
| 9. . . . . . | + 0,5 | + 0,7 | + 2,5 | „ |
| 10. . . . . . | + 0,8 | + 1,0 | + 2,5 | „ |
| Gesammtzuwachs | **5,7** | **12,6** | **33,1** *mm* | |

Gesammtzuwachs der 10 Keimlinge = **36,6** *mm*.

1) Am folgenden Tage konnten alle Pflanzen im sauerstoffhaltigen Wasser ihr Wachsthum und ihre Krümmungen fortsetzen.

Es sei noch aus unserem Protokoll erwähnt, dass ausser den Erscheinungen des Wachsthums und der Krümmungen die anaëroben Culturen der höheren Pflanzen, wie sterile so auch nicht sterile, die Möglichkeit gaben die Kohlensäureausscheidung in äusserst eigenthümlicher Form zu beobachten. Das Vacuum über der Zuckerlösung mit den Keimlingen hatte zur Folge, dass die Gasbläschen sich sehr schwer in dem Substrat auflösten, und deshalb konnte man einen ununterbrochenen Strom von den Pflanzen zur Oberfläche der Lösung beobachten. Dieser Strom war bisweilen so stark, dass das Substrat schäumte und die Pflanzen bald untertauchten, bald aufschwammen; eine ähnliche, an die Hefegährung der Zuckerlösung erinnernde Erscheinung kann man künstlich durch Temperaturerhöhung der Kolben hervorrufen. Die $CO_2$-Ausscheidung verstärkt sich hierbei sehr bedeutend, was auch das Schäumen der Lösung und das Aufschwimmen der Pflanzen zur Folge hat.

Alle diese äusserst interessanten Erscheinungen veranlassen uns zu glauben, dass man die eingeschlagene Methode nicht ohne Nutzen zu Demonstrationen für Studirende anwenden könnte. Das ganze Experiment ist so einfach, dass es für gut eingerichtete Laboratorien keine Schwierigkeiten bietet. Somit führt unser erster unvollkommener und noch unbeendeter Versuch die Frage „Ueber die Rolle des Sauerstoffs im Leben der höheren Pflanzen" von Neuem zu erforschen, zu folgenden Schlussfolgerungen:

1. Die Wachsthumsprocesse hören bei den meisten Pflanzen im sauerstofffreien Raume nicht auf.
2. Hierbei lassen sich auch Krümmungen beobachten, und die Pflanzen bleiben befähigt, wohl auf äussere Reize zu reagiren.
3. Das anaërobe Wachsthum der höheren Pflanzen wird nur allmählich wahrgenommen und nimmt nur allmählich zu, was aber nur nach einem mehr oder weniger andauernden Aufenthalte der Objecte im sauerstofffreien Raume geschieht; deshalb lassen sich die grössten Zuwächse und Krümmungen erst am zweiten Tage der Cultur und sogar am Ende des zweiten Tages, d. h. kurz vor dem Untergange der Objecte beobachten.
4. Die Grösse der Zuwächse hängt scheinbar von dem Alter der ausgemessenen Zonen ab. (Die grosse Periode des aëroben Wachsthums.)
5. Chlorophyllbildung lässt sich im sauerstofffreien Raume nicht beobachten, wenn auch die Pflanzen dem Lichte ausgesetzt werden.

6. Die Möglichkeit des anaëroben Keimens einiger Samen erscheint als sehr wahrscheinlich, aber sie ist endgiltig nicht bewiesen, da die angequollenen Samen während des Versuches einige Zeit der Wirkung des Sauerstoffs ausgesetzt wurden. Andererseits kann man behaupten, dass
7. die anaërobe Entwickelung des Schimmels aus Sporen sich nicht beobachten lässt, obgleich die Mycelien sich energisch und rasch in grosser Anzahl nach dem Oeffnen der zugeschmolzenen Kolben entwickeln.
8. Die Hinweisungen von GODLEWSKY und POLZENIUS[1]) auf die verstärkte Bildung von Kohlensäure in der mittleren Periode der anaëroben Cultur und auf die Bildung von Alkohol verdienen anscheinend Vertrauen.
9. Eine mehr oder minder ausführliche Bearbeitung der erörterten Fragen ist äusserst wünschenswerth und verspricht uns eine ganze Reihe unverständlicher Facta und Widersprüche in der Litteratur der Anaërobiose zu erklären, wie z. B. in der Litteratur der intramolecularen Athmung, des Zerfalls und der Synthese der Eiweisskörper und auch der Bewegung des Plasmas, der Theilung der Zellkerne und ähnlicher Fragen.
10. Die experimentelle Lösung verschiedener mit den aufgezählten Fragen verbundenen Probleme darf nicht, wie dies bisher geschah, das Wachsthum der höheren Pflanzen ausser Acht lassen; dieser neue Factor muss sich unter den Bedingungen der anaëroben Cultur in allen Lebenserscheinungen des Plasmas äussern.

Die aufgezählten Probleme sind für eine richtige Vorstellung der Lebenserscheinungen so wichtig, dass ihre baldige Bearbeitung äusserst wünschenswerth erscheint. Das Ziel unserer vorläufigen Mittheilungen wäre erreicht, wenn nach einer Wiederholung der angeführten Versuche die vielseitigen Erforschungen der Anaërobiose der höheren Pflanzen sich vervielfältigen würden.

Es bleibt uns noch übrig, einige kurze kritische Bemerkungen zu machen. Oben wurden schon die Dinge angeführt, welche negative Resultate in den Versuchen der vorangehenden Autoren bedingten. Wir müssen noch bemerken, dass eine nicht unbedeutende Rolle die Vorurtheile über die Wichtigkeit des Sauerstoffs spielten. Nach der Arbeit von WIELER, welche schon im Anfang der achtziger Jahre erschien, wurde die Frage keiner ernstlichen Erforschung unterworfen. WORTMANN[2]) wandte sich nach Versuchen in über

1) Anzeiger der Akad. der Wiss. in Krakau, Juli 1897, Nr. 7, S. 267—271.
2) Bot. Zeit. 1884, S. 708—711.

dem Quecksilber sich befindlichem Vacuum zur Methode von WIELER und benutzte sogar *Helianthus annuus* als Reagens auf Sauerstoffspuren. Professor PALLADIN[1]), welcher die Hälfte seiner Untersuchung der Frage über das anaërobe Wachsthum widmete, unternahm anscheinend keine Messungen der Abschnitte; sie verwelkten unzweifelhaft in seinen Versuchen, aber der Autor erklärt dies nicht durch Ausbleiben des Wassers, sondern durch Unfähigkeit der Pflanzen im sauerstofffreien Raume Stoffe zu bilden, die den Turgor erzeugen[2]). Indessen begnügt sich der Autor mit einmaligem Befeuchten des zur Aufnahme der Pflanzen dienenden Netzchens, worauf er durch den Apparat einen dauernden Wasserstoffstrom durchleitet. Aehnliche Fehler liess auch CORRENS[3]) zu, der mit dem Apparate WIELER's jene minimalen Mengen Sauerstoff erforschte, die zur Verwirklichung der Reizbewegung absolut nöthig sind. Er verlässt sich ganz auf die Methode und Schlussfolgerungen seines Vorgängers und berechnet selber eine dieser minimalen Mengen für *Drosera*, nämlich als 0,000,000,000,000,000,000,000,250.

DETMER[4]) empfiehlt in seinem physiologischen Practicum, um „in ganz exacter Weise den Nachweis zu führen“, dass ohne Sauerstoffgegenwart höhere Pflanzen nicht wachsen, ein Reagensglas mit einem Kautschukpfropfen und mit zwei Röhrchen zum Wasserstoffdurchlassen zu nehmen. Die Wände des Reagensglases werden von ihm nur mit einigen Tropfen Wasser benetzt, die Pflanze aber in der Mitte des Pfropfens angehängt; der Sauerstoff wird durch ein- bis zweistündiges Wasserstoffdurchleiten entfernt. Kann ein solcher „Trockenapparat“ etwas beweisen?

Als MASÉ[5]) im vergangenem Jahre das Keimen der Samen im Wasser untersuchte und die Schlussfolgerung über die Nothwendigkeit des Sauerstoffes machte, fand er es sogar nicht nöthig, einen speciellen Versuch unter den Bedingungen der Anaërobiose auszuführen. Ueberhaupt berufen sich fast alle Autoren auf WIELER (SCHAIBLE, RITTER, CLARK, PFEFFER etc.). Also können wir sagen, dass die Arbeit WIELER's einen grossen Einfluss auf das Schicksal der ganzen Frage hatte.

In der gegenwärtigen Zeit ist es uns ganz unverständlich, wie die erwähnte, prämiirte Untersuchung als genügend und beweisend angesehen werden konnte. Die Methode, wie auch die Schlussfolgerungen des Verfassers sind unwahrscheinlich, das factische Material aber so unbestimmt und widersprechend, dass es uns

1) Ibid. p. 21—23 etc.
2) Ibid. p. 87, 93.
3) Ibid. p. 87 etc.
4) Pflanzenphysiol. Practicum, 2. Aufl., § 160.
5) Ann. de l'Inst. PASTEUR, 1900, Juni.

schwerer fällt dem Autor beizustimmen, als ihn zu kritisiren. So erfahren wir auf Seite 200, dass der Autor Stengelabschnitte der Sonnenblume, der Bohne und des Kürbis in eine dampfgesättigte Röhre (?) stellte, aus der nachher Luft ausgesaugt und gleichzeitig lange Zeit Wasserstoff durchgeleitet wurde; die Pflanzen verweilten da eine lange Zeit, wurden mit Hilfe eines Mikroskops gemessen, und da sie viele Stunden ohne einen Tropfen Wasser blieben, wuchsen sie natürlich nicht, sondern verwelkten; der Autor hält es sogar für überflüssig, seine Messungen auszuführen und bemerkt nur, dass wenn man ein Wenig Wasser giebt, so ruft der in ihm aufgelöste Sauerstoff sofort Wachsthum hervor. Dies ist die einzige Versuchsreihe, die zu dem Schlusse führte: „Das Wachsthum hört sofort nach der Entfernung des Sauerstoffs auf.“ Alle anderen Versuche wurden vom Autor beim Vorhandensein des Sauerstoffs und mit dem Ziele ausgeführt die minimalen für das Wachsthum nöthigen Sauerstoffmengen zu bestimmen. Der Apparat WIELER's hatte vier Hähne, acht Kautschukschläuche, zwei Gummistopfen; die Luft wurde von ihm nur mit einer Wasserluftpumpe ausgesaugt und nachher Wasserstoff durchgelassen; die Pflanzen wurden in einen Thoncylinder mit Sägespänen gestellt u. s. w., und dennoch bestimmt der Autor nach genauen Formeln mit zahlreichen Correcturen, dass in seinem Apparate 0,000,000,000,301 (S. 227) oder 0,000,000,000,298 *ccm* Sauerstoff übrig geblieben waren, die das Wachsthum noch unterhalten könnten. Bei der Kritik einer ähnlichen Methode oder ähnlicher Schlussfolgerungen, wenn eine solche nöthig wäre, kann man endlich daran erinnern, dass alle veröffentlichten Zuwachsgrössen einander widersprechen (siehe Tabelle I, II, III und andere); es stellte sich heraus, dass die Zuwächse beim Vorhandensein der minimalen Mengen, wie die oben erwähnten, grösser waren, als bei recht beträchtlichen Mengen, wie dies z. B. die Zuwächse von *Helianthus* oder von *Brassica Napus* zeigten, welche letztere im Apparate WIELER's bei 7,37 *ccm* Sauerstoff überhaupt nicht oder schlechter wuchsen als *Vicia Faba* bei 0,000,000,000,248 *ccm.* Unter diesen Athmungsbedingungen wuchs *Vicia Faba* sogar nach einem 50—70stündigem Aufenthalte im Apparate. Dies ist auch verständlich, denn die Vollkommenheit aller Abschlüsse konnte nur mit einem Manometer bestimmt werden.

Wie es uns scheint, genügt das Mitgetheilte, um zu einer verneinenden Ansicht auf die Zweckmässigkeit und Richtigkeit dieser Untersuchung zu gelangen.

Wir fühlen uns hier verpflichtet, Professor D. O. IWANOWSKI unseren grössten Dank auszusprechen, einen Dank, nicht nur für seine werthvollen Rathschläge und Hinweisungen, sondern auch für sein ermuthigendes Zutrauen und sein Interesse für die ihm fortwährend mitgetheilten Resultate

## 28. Chr. Luerssen: Zur Kenntniss der Formen von Aspidium Lonchitis Sw.

Eingegangen am 14. April 1901.

Im 18. Bande (1900) dieser Berichte, S. 467 u. f., hat L. GEISENHEYNER fünf vom Typus des *Aspidium Lonchitis* abweichende Formen beschrieben und auch H. CHRIST hat in seinem 1900 erschienenen Werke „Die Farnkräuter der Schweiz" auf S. 114 zwei Varietäten der bis dahin als sehr constant betrachteten Art aufgestellt. Da ich selbst gelegentlich der Einordnung eines im Laufe der letzten zehn Jahre erhaltenen ziemlich umfangreichen Materials unter demselben ein paar abweichende, sowie bei einer nochmaligen Revision einige mit den von GEISENHEYNER resp. CHRIST beschriebenen identische Formen entdeckte, so sei es mir gestattet, an dieser Stelle weitere Notizen zum Formenkreise der genannten Art zu geben. Ich bemerke ausdrücklich, dass mir durch die Liebenswürdigkeit von CHRIST und GEISENHEYNER die von diesen aufgestellten Formen zum Studium vorgelegen haben und zum Theil Belegexemplare für meine Sammlung überlassen wurden, so dass ein Irrthum über die etwaige Identität einzelner derselben ausgeschlossen ist.

Vorab möchte ich zwei mir bis jetzt unbekannte resp. zweifelhafte Formen der neueren Litteratur erwähnen. In seinen „Nachträgen zur Flora von Kärnten" (Jahrb. des naturhist. Landesmuseums von K. Heft 22, 1893, S. 29) stellt PACHER eine var. *mucronatum* Pach. auf mit der Diagnose: „Alle Fiederblättchen stachelspitzig, die gewöhnliche Form bei Kanning und in den Karawanken, bei denen an einzelnen Stücken sich die Fiedern erster Ordnung in kleinere Fiederblättchen zertheilen." Wodurch diese „Varietät" sich von der typischen Form unterscheiden soll, ist mir ganz unklar, noch unverständlicher der letzte Satztheil. Möglicherweise sind diese Pflanzen mit in kleinere Fiederblättchen getheilten Segmenten 1. Ordnung auch nur die Jugendform von *Aspidium lobatum* Sw., da PACHER a. a. O. diese Jugendform gleichfalls als var. *Pluckenetii* unter *A. Lonchitis* Sw. aufführt, sogar mit dem in ( ) gegebenen Zusatze „*A. lobatum* × *Lonchitis*", also als Bastard bezeichnet. Oder handelt es sich wirklich um den echten Bastard *A. lobatum* × *Lonchitis* Murbeck? Darüber kann nur die Untersuchung von Originalpflanzen entscheiden.

Sodann hat MARCHESETTI in seiner „Flora di Trieste" (1896/97), S. 678, unter *A. Lonchitis* Sw. eine var. *lobata* Marches. (gefunden bei Madonna Marcellina bei Monfalcone und Lindaro bei Pisino in Istrien)

aufgestellt. Er charakterisirt dieselbe als „var. *lobata* a lacinia con denti triangolari assai profondi, di cui i 2 inferiori nelle lacinie inferiori giungenti fino al nervo mediano, sicchè esse appaiono trilobe.“ Auch über diese Varietät möchte ich mich nicht äussern, bevor ich Originale derselben gesehen.

Was nun zunächst die von CHRIST a. a. O. beschriebenen Varietäten betrifft, so konnte ich Pflanzen, die entschieden seiner f. *hastata* „mit sehr stark entwickelten, rechtwinklig abstehenden Oehrchen der Oberseite der Fiederbasis und öfters auch einem kleineren Oehrchen an der Unterseite“ entsprechen, unter den Exemplaren meines Herbars nicht constatiren. Bemerkt sei nur auf den Zusatz CHRIST's (a. a. O. S. 115) bezüglich des zuweilen „völlig eingeschlitzt - abgetrennten“ oberen Oehrchens, dass man sich hier vor einer Täuschung in sofern sehr hüten muss, als, wie ich mich bei vielen Pflanzen überzeugt habe, diese „Abtrennung“ ausserordentlich häufig nur auf einem mechanischen Einreissen der Fiederfläche bis zur Mittelrippe des Segmentes beruht.[1])

### f. longearistata Christ a. a. O.

Wie CHRIST bemerkt, kommt eine aussergewöhnlich lange Begrannung der Zähne, Spitze und des Oehrchens der Segmente meist bei kleineren Pflanzen und Jugendzuständen, doch auch bei alten kräftigen, reich fructificirenden Individuen vor. Ich füge daher im Folgenden die Maasse der Spreite bei. Dass ferner zwischen der aussergewöhnlich langgrannigen Form und dem Typus sich Uebergänge finden, braucht kaum erwähnt zu werden.

Bei Durchsicht meines Herbars fand ich Exemplare, welche dieser Form einzureihen sind und zum grossen Theile die aussergewöhnlich lange Begrannung der Zähne noch viel kräftiger zeigen, als bei den Pflanzen der CHRIST'schen Sammlung[2]), von folgenden Fundorten:

Bayern: Bei Gefrees im Fichtelgebirge; FUNCK, Exsicc. No. 306 part. (vgl. f. *imbricata*). Blatt einer jungen Pflanze ohne besondere

1) Dasselbe gilt auch für die als f. *lacera* beschriebenen Formen anderer Arten (*Polypodium vulgare*, *Blechnum Spicant* etc.). Was ich unter diesem Namen erhielt, waren in der Regel vorwiegend in Folge mechanischen Einreissens der Segmente verunstaltete Blätter. — Uebrigens befand sich an einem der Blätter von der Tanay-Alpe (Herb. CHRIST) am Grunde des oberen Spreitendrittels ein Segment, das an seinem unteren Rande bis mehr als halbwegs zur Mittelrippe monströs fiedertheilig-gelappt war; von den breit- bis eilanzettlichen Lappen waren zudem einige über den Segmentrand hinaus bedeutend verlängert (der eine Lappen zeigte — von der Mittelrippe des Segmentes aus gemessen — eine Länge von fast 1,5 *cm*).

2) CHRIST schrieb mir übrigens, dass er diese Form (und auch die f. *hastata*) in anderen Herbaren „entschiedener ausgeprägt“ sah, als bei den in seiner Sammlung befindlichen Exemplaren.

Fundortsangabe, doch wohl vom genannten Fundorte stammend, da die Art daselbst vorkommt und FUNCK als Apotheker in Gefrees lebte. — Felsen bei Oberstdorf (812 *m*) im Allgäu, leg. ENTLEUTNER (Blätter bis 54 *cm* lang und 6,5 *cm* breit, äusserst langgrannig). — Schweiz (ohne specielle Fundortsangabe), leg. SCHLEICHER (Blätter 31 *cm* lang, 4,5 *cm* breit). — Netstall im Canton Glarus, leg. ZABEL (junge Pflanze). — Rhonethal (ohne spec. Fundort), A. LÖSCH (Blätter 43 *cm* lang, 4 *cm* breit). — Galizien: Westabhang des Czerwony wierch bei Koscielisko in der Tatra, leg. HEIDENREICH (Blätter 27 *cm* lang, 5 *cm* breit). — Im Fischseethal der Tatra, leg. v. UECHTRITZ (Blätter 30 *cm* lang, 5 *cm* breit). — Spanien: Sierra Nevada, leg. WILLKOMM (altes kräftiges Rhizom, aber die Blätter auffallend klein, höchstens 18 *cm* lang, kaum 3 *cm* breit). — Norwegen: Sandvigen bei Christiania, leg. M. N. BLYTT (Blätter 44 *cm* lang, 7 *cm* breit). — Holmestrand am Christianiafjord, leg. R. E. FRIDTZ (Blätter 41 *cm* lang, 6 *cm* breit). — Schweden: Storlien in Jemtland, leg. M. EURÉN (Blätter 35 *cm* lang, 4 *cm* breit). — Island (ohne specielle Angabe), leg. THIENEMANN (Blätter 23 *cm* lang, 3.5 *cm* breit).

### f. imbricata Geisenh. a. a. O. 468.

Wie ich bereits in meinen „Farnpflanzen“ (RABENH. Kryptfl. III), S. 326 erwähnte, kommt bei sonst typischen Blättern eine schwache Deckung der Segmente auf kurzer Strecke der Spreite oder bei wenigen Segmenten vor, und wie die spätere Untersuchung eines umfangreicheren Materials zeigt, ist sie sogar nicht gerade selten. Wollte man alle solchen Exemplare zur f. *imbricata* Geisenh. ziehen, so würde die Zahl der Fundorte derselben sich sehr vermehren. Es ist daher zweckmässig, als f. *imbricata* nur solche Blätter (Pflanzen) zu bezeichnen, bei denen der grösste Theil der Segmente oder sämmtliche Segmente stärker und schliesslich bis zur Hälfte oder mehr ihrer Breite sich dachziegelig decken und die ersteren Formen nur als Uebergangsformen zu betrachten. In diesem Sinne sind für die Form die folgenden weiteren Fundorte zu nennen.

Bayern: Bei Gefrees im Fichtelgebirge, FUNCK Nr. 306 part. (vgl. f. *longearistata*). Das Blatt gehört einer älteren Pflanze an, liegt aber leider nur in seiner oberen Hälfte vor, so dass es unentschieden bleibt, ob nur die Segmente dieses Theiles oder alle Segmente des Blattes sich dachziegelig decken. Bezüglich der Ausbildung seiner rasch verjüngten Spitze schliesst es sich der GEISENHEYNERschen Pflanze von Churwalden an, desgleichen auch im Verhältniss der Breite zur Länge der Segmente. — Salzburg: Am Untersberg, leg. HOPPE 1823. Ein Blatt unter der typischen Form desselben Standortes. Dasselbe ist wie bei dem vorigen an seiner Spitze auf-

fallend rasch verjüngt, auch die Dimensionen der Segmente sind die gleichen. Die Deckung der Segmente erstreckt sich aber auf den Basaltheil der Spreite so weit abwärts, dass von derselben nur das eine unterste Segmentpaar ausgeschlossen bleibt. — Norwegen: Hedemarken; auf dem Trondfjeld bei Lille Elvedal, leg. HAGLUND et KÄLLSTRÖM. Bei den mir vorliegenden Blättern, welche sich unter normalen Blättern desselben Fundortes fanden, geht die Segmentdeckung fast bis zum Blattgrunde oder trifft auch noch das basale Segmentpaar. Dabei ist die Deckung bereits im unteren Drittel der Spreite angefangen bis nahe zur Spitze derselben eine so starke, dass das auffallend breite obere Ohr bis über die Mitte des nächst oberen Segmentes hinaufreicht. Auch die grosse Breite der Segmente ist auffallend, da sich das Verhältniss derselben zur Segmentlänge fast wie 1 : 2 stellt; desgleichen die Form der Segmente, welche selbst noch im mittleren Blatttheile eine verlängert-deltaförmige mit gerade oder fast gerade vorgestreckter Spitze ist; letztere erscheint erst an den oberen Segmenten schwach aufwärts gekrümmt. Dagegen ist die Blattspitze allmählich verjüngt wie bei der f. *typica*.

Die von GEISENHEYNER gegebene Diagnose möchte ich nach Obigem folgendermassen erweitern:

> Segmente sehr dicht gestellt, vom Grunde oder fast vom Grunde der Spreite ab oder nur im mittleren und oberen Theile derselben sich stärker (bis zu halber basaler Breite oder mehr) dachziegelig deckend, dabei verhältnissmässig kurz (1 : 2—3), bisweilen auch noch im mittleren Spreitentheile verlängert-deltaförmig und mit gerade oder fast gerade vorgestreckter Spitze; Blattspitze allmählich (wie beim Typus) verjüngt, oder die Spreite bis kurz unter der Spitze von fast gleicher Breite und dann sehr rasch und kurz zugespitzt.

Bezüglich der von GEISENHEYNER a. a. O. zum Vergleiche herangezogenen f. *conferta* Lowe, bei welcher übrigens (wenigstens der Abbildung nach) die Segmentdeckung auch bereits am Spreitengrunde beginnt, möchte auch ich es vorläufig unentschieden lassen, ob sie mit der f. *imbricata* zu vereinigen oder von ihr nur als Zwergform mit schmalen Segmenten etc. verschieden ist. Im ersteren Falle müsste selbstverständlich der LOWE'sche Name als der ältere vorangestellt werden. Im Uebrigen scheinen imbricate Blätter oft nur vereinzelt unter typischen des gleichen Rhizomes aufzutreten, wie es auch in anderen Fällen (z. B. bei *Blechnum Spicant* f. *imbricata* Moore) beobachtet wird. Die Entscheidung darüber ist — falls man nicht selbst die Pflanzen lebend zu beobachten das Glück hat — dadurch erschwert, dass die Sammler allermeist vom Rhizome abgetrennte Blätter und dann leider wohl auch vielfach solche von verschiedenen Individuen gemischt, unter einer Nummer in den Verkehr bringen.

## f. inaristata Geisenh. a. a. O.

Zu der von GEISENHEYNER (a. a. O. 469) gegebenen Beschreibung dieser Form möchte ich zunächst bemerken, dass vereinzelte Stachelgrannen zerstreut auch an anderen Theilen der Segmentränder — vorzüglich gegen die Spitze derselben — und nicht nur an einzelnen Oehrchen der Segmentbasis vorkommen: Beweis ein von G. erhaltenes und von mir behufs genauerer Untersuchung wieder aufgeweichtes Blatt, an dem die streckenweise nach unten umgerollten Segmentränder wieder flach wurden.[1]) Beim Vergleiche meines erst nach Abschluss meiner „Farnpflanzen“ eingegangenen Herbarmateriales habe ich die f. *inaristata* auch aus anderen Gebieten vorgefunden, leider nur in vereinzelten Blättern, von denen es wie bei der f. *imbricata* unentschieden bleibt, ob sie von einer im Uebrigen normalblätterigen Pflanze oder von einem nur inaristate Blätter tragenden Rhizome abstammen.

Galizien: Im Thale des Grossen Fischsees in der Tatra, leg. von UECHTRITZ. Blatt kleiner als an der GEISENHEYNER'schen Pflanze (Spreite 23 *cm* lang, 3 *cm* breit), seine Segmente wie bei der Churwaldener Form entfernt gestellt, aber im Verhältniss zu ihrer Länge im unteren und mittleren Theile der Spreite breit (1 : 3) und erst gegen die Blattspitze schmaler werdend; Oehrchen der Segmente fast alle mit einer Stachelgranne an der Spitze, sonst Grannen an den Zähnen der Segmentränder nur vereinzelt sehr zerstreut auftretend. — Salzburg: Steinernes Meer der Salzburger Algen, leg. L. HOLTZ. Durch die breiten (im mittleren Spreitentheile 1 : 3—3,5) und gedrängten Segmente vom Churwaldener Typus ebenfalls verschieden, die Begrannung der Zähne aber spärlich und den oberen und namentlich unteren Segmenten (mit Ausnahme der Segmentspitze und des Oehrchens) oft ganz fehlend.

Uebergangsformen „versus *inaristata*“ besitze ich aus Galizien: Westabhang des Czerwony wierch bei Koscielisko in der Tatra, leg. HEIDENREICH: Blatt ca. 23 *cm* lang und 3 *cm* breit, die Segmente dichter gestellt, die Zahl ihrer begrannten Zähne grösser, aber immerhin diejenige der unbegrannten nicht erreichend. — Bosnien: bei Bihać, leg. BOLLER. Blatt 38 *cm* lang, 4,3 *cm* breit, seine Segmente im oberen Theile dagegen schmäler (1 : 4—5) und um etwa die eigene Breite von einander entfernt, der Habitus daher demjenigen der Churwaldener Pflanze ähnlich; aber die Segmentränder mit reicherer Be-

1) Die beim Trocknen der Blätter nicht selten eintretende Einrollung der Segmentränder ist auch die Ursache, dass solche Segmentpartien bei oberflächlicher Betrachtung „ganzrandig“ erscheinen. Im eigentlichen Sinne auch nur stellenweise ganzrandige Segmente konnte ich nicht finden.

grannung, die jedoch ganzen Strecken fehlt. (Vgl. auch die f. monstr. *irregularis* Christ.)

Die von GEISENHEYNER gegebene Diagnose möchte ich daher wie folgt erweitern:

> Segmente der gesammten Spreite von der Breite wie bei der f. *typica*, oder dieselben im oberen Theile des Blattes oder fast durchweg auffallend verschmälert und weiter (bis um ihre eigene Breite) von einander entfernt, ihre Ränder fast durchweg nur äusserst fein gesägt und die Zähne ohne Grannen und ausnahmsweise nur die Spitze der basalen Oehrchen, die Segmentspitze und am Rande ganz vereinzelt zerstreut auftretende grössere Zähne mehr oder weniger normal begrannt.

Als Unterformen lassen sich dann unterscheiden:

subf. *angustipinnata*: mit durchweg oder nur im oberen Theile der Spreite auffallend schmalen, weiter von einander entfernten Segmenten — Pflanzen von Churwalden und aus dem Thale des grossen Fischsees; Uebergangsform von Bihać und annähernd diejenige vom Czerwony wierch.

subf. *latipinnata*: mit breiten, gedrängten, dem Typus gleichenden Segmenten — Pflanze der Salzburger Alpen.

**subf. gracilis Lssn., f. nova**: Blätter einschliesslich des dünnen Stieles 25 *cm* lang, die ca. 22 *cm* breite Spreite nur 2,2—2,5 *cm* breit. Segmente jederseits etwa 40, locker gestellt, mit Ausnahme des Spitzentheiles der Spreite um fast ihre eigene Breite von einander entfernt, nur die beiden untersten Paare ei-deltaförmig, die mittleren 1—1,3 *cm* lang und ca. 4 *mm* breit, denjenigen der f. *typica* im Allgemeinen ähnlich gestaltet, aber ihr oberer Rand gerade oder höchstens an der Spitze äusserst schwach aufwärts gekrümmt und sein basales Oehrchen sehr klein; Segmentränder äusserst fein gesägt, die Zähne fast ausnahmslos ohne Stachelgranne, nur hier und da ein vereinzelter etwas grösserer Zahn, wie meist auch das Oehrchen und die Segmentspitze mit einer feinen kurzen Granne versehen. Oberes Blattdrittel reich fructificirend.

Bosnien: Bei Bihać, leg. BOLLER. — Ich besitze zwei offenbar von demselben Rhizome stammende, völlig übereinstimmende Blätter, die einen so eigenthümlichen zierlichen Habitus zeigen, dass ich keinen Anstand nehme, sie als Repräsentanten einer neuen Form zu betrachten, die ich jedoch der Beschaffenheit der Segmentränder wegen als Unterform zur f. *inaristata* Geisenh. stelle.

### f. angustata Geisenh. a. a. O. 470.

Ein nach dem Gesammtumrisse der Spreite zur f. *angustata* Geisenh. gehörendes Blatt lag mir von den Berner Alpen vor. Dasselbe zeigt jedoch die monströse Ausbildung der f. *lacera* Lssn., und ist daher diese zu vergleichen.

### f. monstr. irregularis Christ (Herb. Christ).

Gelegentlich der Zusendung seiner anderen beiden Varietäten erhielt ich von CHRIST auch eine dritte Form mit der Bemerkung: „Eine von mir *irregulare* genannte, aber nicht publicirte, wohl Frostform, lege ich auch bei. Sie stimmt nicht übel mit einer von Herrn GEISENHEYNER bei Churwalden gesammelten Pflanze."

Hierzu ist zuerst zu bemerken, dass es sich wenigstens um eine Frostform nicht handelt, da an den von mir untersuchten drei Blättern der CHRIST'schen Sammlung, sowie auch an einem mir von CHRIST mit der Bezeichnung „versus *irregulare*" verehrten Blatte nirgends Spuren einer Spätfrostwirkung aufzufinden sind.

Die drei typischen Blätter des CHRIST'schen Herbars lassen sich kurz folgendermassen charakterisiren:

> Spreite bis 44 *cm* lang und ca. 4 *cm* breit, aber in Folge der Verkürzung der Segmente an ein oder zwei Stellen allmählich auf 2,5—2,8 *cm* verschmälert, im Gesammtumrisse daher wellenförmig[1]); Verkürzung der Segmente an den schmalen Stellen entweder auf beiden Seiten oder (an einem Blatte) nur auf einer Seite der Rhachis stattfindend; Segmente im Maximum bis 8 *mm* breit, in derselben Spreite theils horizontal, theils aufrecht abstehend, an ihrem Grunde in der Gesammtform vom Typus nicht wesentlich abweichend, aber das Oehrchen des oberen Segmentrandes durchweg nur schwach entwickelt, bisweilen nur als ein etwas gröberer (breiterer) Zahn vortretend, hier und da (und zwar selbst an oberen Segmenten) ein stärkerer ohrartiger Zahn auch am Grunde des unteren Segmentrandes; Zahnung der Segmentränder

1) Bei dem einen Blatte ist die Spreite von ca. 3,5 *cm* im unteren Drittel gegen die Mitte bis auf ca. 2,8 *cm* verschmälert, dann im oberen Drittel wieder auf ca. 4 *cm* verbreitert und nun nach der Spitze normal verjüngt. Bei dem zweiten Blatte liegt die schmalste Stelle mit ca. 2,5 *cm* am Ende des unteren Spreitendrittels, dann verbreitert sich die Spreite wieder auf ca. 3,5 *cm*, um etwa am Grunde des oberen Viertels sich auf sehr kurzer Strecke nochmals auf 2,5 *cm* zu verjüngen; Spitze des Blattes normal. Das dritte Blatt ist im Verlaufe der unteren Hälfte von fast 4 *cm* durch Verkürzung einiger Segmente (und zwar ausgeprägt halbseitig) auf 3,5 *cm* verschmälert, um sich dann auf 4 *cm* zu verbreitern, wieder etwas zu verschmälern und dann allmählich normal zuzuspitzen.

stellenweise unregelmässig, die Granne der Zähne vielfach streckenweise fehlend, so dass hierdurch die Form an die f. *inaristata* Geisenh. erinnert.

Schweiz: Pont de Nant, leg. WILCZEK.

Von der f. *angustata* Geisenh., sowie von f. *daedalea* Geisenh. ist die f. *irregularis* Christ jedenfalls verschieden, von ersterer durch den Gesammtumriss der Spreite und durch die stellenweise zurücktretende Begrannung der Zähne, welche bei f. *angustata* eine typische ist, von f. *daedalea* durch den ganz abweichenden Habitus.

Das in meinem Besitze befindliche Blatt „versus *irregulare* Christ", von demselben Fundorte und Sammler, besitzt eine ca. 36 *cm* lange Spreite, welche in der unteren Hälfte von 3,2 *cm* plötzlich auf 2,5 *cm* verschmälert ist, dann sich wieder — aber unter Einschaltung einzelner zerstreuter verkürzter Segmente — auf 4,5 *cm* verbreitert und normal zuspitzt. Die Ohrbildung ist eine kräftige und fast durchweg typische, ebenso die Begrannung der Zähne, die nur hier und da streckenweise zurücktritt oder fehlt. Was aber das Blatt weiter auszeichnet, ist der Umstand, dass an vereinzelten Segmenten das Ohr des oberen Randes durch einen (vereinzelt bis zur Mittelrippe gehenden) Einschnitt (keinen Wundriss) abgesondert ist und an einigen Segmenten am Grunde des unteren Segmentrandes ein oder zwei Lappen bis fast oder völlig zur Mittelrippe abgetrennt sind, wodurch diese Segmente an die allerdings viel auffälligere f. *daedalea* Geisenh. erinnern. (Vgl. auch Note 1 auf S. 238.)

Ein nach dem Gesammtumrisse der Spreite der f. *irregularis* Christ entsprechendes, als Monstrosität aber zur f. *lacera* Lssn. (vgl. diese) gehörendes Blatt besitze ich aus Tirol: Oberberg im Stubaithal, leg. SONKLAR.

### f. monstr. furcata Geisenh. a. a. O. 471.

Den von GEISENHEYNER angegebenen Fundorten kann ich hinzufügen:

Tirol: Holzalpe im Unterinnthale. Eine Pflanze, an welcher sämmtliche Blätter gegabelt waren, gefunden vom Apotheker J. WOYNAR (schriftl. Mittheilung). — Spanien: Am Maladetta in den Central-Pyrenäen, leg. PUJOL. Nur ein bis zu ca. 2,5 *cm* Tiefe gegabeltes Blatt an einer sonst normalblätterigen Pflanze der f. *longearistata* Christ im CHRIST'schen Herbar.

Formen, wie das von GEISENHEYNER a. a. O. 471 erwähnte Blatt von Clova, bei denen sich die eine Gabelspitze nochmals gabelt, bilden den Uebergang zur folgenden f. *multifida* Wollast.

### f. monstr. multifida Wollast.[1])

WOLLASTON: in MOORE, Ferns of Great Britain and Ireland (1855), S. 2 des Textes zu Taf. 9.[2]) — LOWE, Native Ferns I, 71.

Blattspitzen gegabelt und die Gabeläste wiederholt ziemlich regelmässig und allmählich immer kürzer gabeltheilig, die Gabelungen in einer Ebene strahlig ausgebreitet oder bei reicherer Verzweigung theilweise über einander geschoben.

Tirol: Unter-Innthal; Alpe Ladoi auf dem Sonnenwendjoche bei Rattenberg (Apotheker J. WOYNAR, 1887).

WOYNAR bemerkt auf der Etikette: „Ein grosses gabeliges Rhizom mit 15 vollständigen und mehreren fragmentären Blättern; die ersteren, sowie die in grosser Zahl vorhandenen abgestorbenen Blätter sämmtlich gabelig bis vieltheilig.“ Ich erhielt von WOYNAR zwei Rhizomstücke mit je drei vollständigen, ca. 50 *cm* langen diesjährigen Blättern, sowie zwei Blattspitzen vorjähriger abgestorbener Blätter. Die primäre Gabelung reicht bis 1,5—3,5 *cm* Tiefe. Nur ein Blatt ist einfach gabeltheilig, die anderen zeigen in Folge wiederholter Gabelung 4—17 Gabelspitzen, die eine bis 5 *cm* breite „Quaste“ (tassel der englischen Werke) bilden. MOORE (a. a. O.) ist der Ansicht, dass die Form „is probably rather to be considered as an occasional and accidental variation, than as a true variety in the usual sense“. Bei der vorliegenden Pflanze scheint aber das Auftreten vielgabeliger Blätter ein jährlich constantes gewesen zu sein, wie die vorjährigen Blätter neben den diesjährigen beweisen. Solche Fälle sind ja auch bei anderen Arten bekannt, z. B. bei *Asplenium viride* f. m. *furcata* Milde der Seiser-Alpe in Tirol (SADEBECK, in diesen „Berichten“ XII, 345); *Osmunda regalis* f. m. *bifida* F. Wirtg. bei Leichlingen im Wupperthale, *Polypodium vulgare* f. m. *cristata* Moore bei Mayschoss im Ahrthale, *Blechnum Spicant* f. m. *furcata* Milde in den Siegburger Sümpfen, f. m. *bifida* Wollast. im Murbachthale bei Pattscheid und f. *trinervia* Wollast. im Wupperthale bei Leichlingen in der Rheinprovinz (F. WIRTGEN, mündl. Mitth.[3]); *B. Spicant trinervia* Wollast. und *Athyrium Filix femina* f. m. *multifida* Moore im Haidtränkthale des Taunus (J. MÜLLER-KNATZ in Frankfurt a. M., schriftl. Mitth. mit Belegexemplaren), sowie die letztere Form und die ihr ausserordentlich nahe stehende f. m. *concinna* Moore bei Barsbüttel und Oejendorf in

1) Die Form wäre besser in f. *multifurcata* umzutaufen, da es Brauch geworden ist, die Bezeichnung *bi-*, *tri-*, *multifida* bei Gabeltheilung von Segmenten zu geben.

2) In der Octavausgabe „Nature printed Brit. Ferns I“ wird die Form auf S. 119 ohne Namen nur gelegentlich erwähnt.

3) Ich hatte im Sommer 1900 Gelegenheit, unter Führung des Herrn Apotheker F. WIRTGEN-Bonn sämmtliche Pflanzen an ihren Standorten zu sehen und von denselben Blätter für mein Herbar zu entnehmen.

Holstein (Lehrer JUL. SCHMIDT in Hamburg, schriftl. Mittheil. nebst Belegexemplaren); etc.

### f. monstr. bifida Lssn.

Einzelne Segmente mehr oder weniger tief gegabelt. Gelegentlich bei sonst normalblätterigen Pflanzen.

Schweden: Bei Storlien in Jemtland, leg. EURÉN.

Eine mehr oder minder deutliche Gabelung einzelner Segmente wird auch von GEISENHEYNER (a. a. O. 470) für monströse Blätter seiner f. *angustata* von Churwalden in der Schweiz erwähnt. Ebenso kommt sie bei einem Blatte der f. *lacera* Lssn. aus den Berner Alpen vor (vgl. diese).

### f. monstr. lacera Lssn.

Spreite bis 35 *cm* lang und ca. 3,5 *cm* breit, jederseits mit ca. 43 Segmenten, die untersten Segmentpaare wie bei der f. *typica* ausgebildet, die folgenden bis 1,5 *cm* langen und 5—7 *mm* breiten Segmente sehr unregelmässig, sehr ungleich dicht bis locker gestellt und stellenweise diejenigen der einen Seite bedeutend kürzer als diejenigen der gegenüberstehenden (1,5 : 2,5 *cm* Länge), von der Rhachis horizontal bis aufrecht abstehend, zum Theil aus gleich- oder ungleichhälftigem breit bis schmal keilförmigem Grunde lanzettlich oder oberhalb ihrer Mitte etwas verbreitert und ohne Oehrchen, zum Theil ihre Basis wie beim Typus gestaltet, aber sehr unregelmässig und schwach geöhrt und letztere Segmente theils gerade, theils schwach aufwärts gekrümmt. Unterste Segmente noch ziemlich regelmässig gesägt, die folgenden und ganz besonders diejenigen der oberen Blatthälfte ungleich grob bis sehr grob gesägt oder bis halbwegs zur Mittelrippe oder tiefer zerschlitzt-gesägt und einzelne Zähne unregelmässig lappenartig vergrössert, Lappen und gröbere Zähne mit einem bis mehreren kleinen Seitenzähnchen, das basale Oehrchen oder an seiner Stelle ein ein- oder zweispitziger Zahn des oberen Segmentrandes bisweilen tiefer selbst bis zur Mittelrippe abgetrennt; Zähne aller Segmente kräftig, aber ungleich bis zuweilen auffallend lang begrannt. Obere Blatthälfte reich fructificirend.

Tirol: Oberberg im Stubaithal, leg. SONKLAR. Das Blatt fand sich auf einem noch zwei normale Blätter tragenden Rhizomstücke. Nach seinem welligen Gesammtumrisse gleicht es der f. *irregularis* Christ, denn die Spreite verschmälert sich etwas unterhalb der Mitte auf 2,5 *cm*; es unterscheidet sich aber von ihr durch die unregelmässig gestalteten und unregelmässig grob bis zerschlitzt- oder lappig-gesägten Segmente, so dass der ganze Habitus ein sehr eigenartiger ist.

Dieser Form stehen die von GEISENHEYNER (a. a. O. 470) beschriebenen monströsen Blätter seiner f. *angustata* von Churwalden

in der Schweiz sehr nahe, so dass ich sie als Monstrosität mit der f. *lacera* vereinigen möchte. Etwas weniger aber immerhin in gleicher Weise monströs ausgebildet ist ein aus den Berner Alpen in der Schweiz (ohne nähere Bezeichnung des Fundortes) stammendes Blatt, welches ich von Herrn Hauptlehrer A. LÖSCH in Zastler (Baden) zur Bestimmung erhielt und das nach der Gesammtform gleichfalls der f. *angustata* Geisenh. angehört. Die Spreite ist nur ca. 26 *cm* lang und in ihrem breitesten Theile 3 *cm* breit. Auch an diesem Blatte sind vereinzelte Segmente mehr oder weniger gegabelt.

Nach den vorstehend angegebenen Funden zu schliessen, dürfte sich die Monstrosität noch mehrfach, aber vielleicht immer nur vereinzelt unter normalen Blättern finden lassen, wenn Floristen und Sammler etwas mehr als bisher auf derartige Bildungsabweichungen achten möchten.

---

## 29. E. Lemmermann: Silicoflagellatae.

Ergebnisse einer Reise nach dem Pacific. — H. SCHAUINSLAND 1896/97.

(Aus der botanischen Abtheilung des Städt. Museums in Bremen.)

Mit Tafel X und XI.

Eingegangen am 20. April 1901.

In einer mir von Herrn Prof. Dr. H. SCHAUINSLAND gütigst überlassenen Planktonprobe[1]) fand ich bei genauerer Durchsicht auch eine ganze Anzahl zierlicher Silicoflagellaten und zwar hauptsächlich aus dem Formenkreise von *Distephanus speculum* (Ehrenb.) Haeckel. Eine eingehende Untersuchung der Exemplare zeigte mir die ausserordentlich mannigfaltige Variabilität derselben und führte mich in Folge davon zu einem Studium der ganzen Gruppe. Um möglichst von allen bekannten Formen wenigstens die Kieselskelette untersuchen zu können, bezog ich von Herrn E. THUM in Leipzig eine grössere Anzahl mikroskopischer Präparate und fand darin zu meiner grossen Freude nicht bloss Vertreter der bisher beschriebenen Arten, sondern auch eine ganze Anzahl neuer Formen. Ausserdem gestattete mir Herr Stud. rer. nat. C. BÖRNER in Marburg die Durchsicht einer

1) Vergl. meine Arbeit: Planktonalgen. Ergebnisse einer Reise nach dem Pacific. H. SCHAUINSLAND 1896/97 (Abh. Nat. Ver. Brem., Bd. XVI, Heft 2).

Sammlung von Präparaten aus Barbados. Allen diesen Herren spreche ich auch an dieser Stelle für ihre Unterstützung meinen besten Dank aus.

Die Silicoflagellaten wurden zuerst von EHRENBERG aufgefunden und zu den Bacillariaceen gestellt; später rechnete man sie bis in die Neuzeit hinein zu den Radiolarien. Erst durch die eingehenden Untersuchungen von A. BORGERT[1]) über den Weichkörper von *Distephanus speculum* (Ehrenb.) Haeckel hat sich herausgestellt, dass es sich um eine besondere Gruppe von Organismen handelt, für welche A. BORGERT die Bezeichnung „Silicoflagellatae" vorgeschlagen hat[2]).

Das Skelett derselben besteht aus Kieselsäure und stellt entweder einen einfachen Ring (Gatt. *Mesocena* Ehrenb.) oder ein hütchenförmiges Gebilde dar (Gatt. *Dictyocha* Ehrenb., *Distephanus* Stöhr, *Cannopilus* Haeckel, *Ebria* Borgert). Die einzelnen Theile des Skelettes werden aus hohlen oder massiven Kieselstäben gebildet; demgemäss unterscheide ich die beiden Gruppen der Siphonotestales und Stereotestales[3]).

Die hutförmigen Gehäuse lege ich zur Orientirung so, dass die flache Seite nach unten gerichtet ist. Dann sieht man 2 Kieselringe, einen grösseren und einen kleineren; ich will sie nach dem Vorgange von A. BORGERT als Basalring (annulus basalis) und Apicalring (annulus apicalis) bezeichnen. Beide sind durch Kieselstäbe (radii basales et apicales) in einzelne Felder getheilt (vergl. z. B. Taf. XI, Fig. 24—26). Von den Basal- und Apicalringen einerseits und den Basal- und Apicalstäben andererseits werden polygonale oder rundliche Oeffnungen eingeschlossen, welche ich Basalfenster (fenestrae basales) und Apicalfenster (fenestrae apicales) nennen will.

Häufig sind sowohl die Kieselringe als auch die Kieselstäbe mit kürzeren oder längeren Stacheln besetzt. Von diesen sind die centripetal nach innen gerichteten Stacheln des Basalringes besonders hervorzuheben, weil das Vorhandensein oder Fehlen derselben zur Aufstellung einer Reihe von Arten geführt hat, welche nach meinen Untersuchungen nur blosse Entwickelungsformen zu sein scheinen. Man findet in derselben Probe Exemplare ohne diese Stacheln, ferner solche mit schwach entwickelten, sehr kurzen Stacheln und endlich solche mit vollkommen entwickelten Stacheln. Bei manchen Arten sind übrigens auch die Stacheln nur ganz kurz und nicht selten unter den Basalstäben versteckt, so dass sie erst bei sehr sorgfältiger Untersuchung erkannt werden können. Es kommt auch vor, dass

1) Zeitsch. für wiss. Zool. Bd. 51, S. 629 ff.
2) l. c. S. 661.
3) Ber. der Deutschen bot. Ges. 1901, S. 92—93.

nur wenige Stacheln (1—2) vorhanden sind (Tafel XI, Fig. 5 und 10). Manchmal sind sie ausserordentlich lang und in feine, oft gebogene Spitzen ausgezogen (Tafel X, Fig. 20—21). Nach der Ansicht von A. BORGERT haben die centripetal nach innen gerichteten Stacheln die Aufgabe, dem Weichkörper als Stütze zu dienen.[1]) Ich will sie daher der Kürze halber als Stützstacheln bezeichnen.

Die Randstacheln des Basalringes sind bald sehr lang (Taf. X, Fig. 25—26; Taf. XI, Fig. 12, 13, 15), bald ganz kurz (Taf X, Fig. 19—20; Taf. XI. Fig. 14 und 16), bald fehlen sie ganz (Taf. X, Fig. 21). Meistens sind zwei einander gegenüber liegende Stacheln bedeutend länger wie die übrigen (Taf. X, Fig. 24; Taf. XI, Fig. 4 bis 11, 21—26.) Es ist nicht unmöglich, dass die Ausbildung längerer oder kürzerer Randstacheln mit der Beschaffenheit des Meerwassers in irgend einem Zusammenhange steht, wenigstens kommen Exemplare mit langen Randstacheln besonders häufig in kälterem Wasser vor. Hierzu nur einige Beispiele: E. VANHÖFFEN constatirte für das nördliche Eismeer langstachelige Formen von *Dictyocha fibula* Ehrenb. und *Distephanus speculum* (Ehrenb.) Haeckel[2]); ich fand solche in einer westlich von Falkland gesammelten Probe,[3]) welche wahrscheinlich aus der kalten Cap Horn-Strömung stammt.[4]) In einer Planktonprobe von der Rhede bei Samarang (Java) sah ich eine Form von *Dictyocha fibula* var. *stapedia* (Haeckel) Lemm.[5]) mit sehr langen Stacheln (Taf. X, Fig. 25). Aus dem gleichzeitigen Vorkommen von *Thalassiothrix longissima* Cleve ist wohl der Schluss zu ziehen, dass es sich auch in diesem Falle um kälteres Wasser handelt. Die von E. HAECKEL untersuchten Exemplare von *D. fibula* var. *stapedia* (Haeckel) Lemm.[5]) stammen aus wärmeren Meerestheilen, „the tropical and warmer regions“[6]); sie haben aber auch viel kürzere Stacheln (vergl. Challenger, Report, Taf. 101, Fig. 10 bis 12). Doch ist auf diese Verhältnisse bisher noch gar nicht weiter geachtet worden, so dass ein abschliessendes Urtheil augenblicklich nicht darüber gefällt werden kann. Es wird vor allen Dingen nothwendig sein, künftig bei der Entnahme von Planktonproben nicht bloss die Lage des Fundortes, sondern auch den Salzgehalt und die Wassertemperatur genau zu bestimmen.

1) l. c. S. 639.

2) Fauna und Flora Grönlands.

3) Abhandl. Nat. Ver. Brem. Bd. XVI, S. 333.

4) Ich fand darin viele Exemplare von *Ceratium furca* var. *balticum* Moeb., *Asteromphalus reticulatus* Cleve, *Corethron hispidum* Castr., *Rhizosolenia alata* Brightw., *Chaetoceras peruvianum* Brightw. nebst var. *robustum* Cleve, *Ch. laciniosum* Schütt, *Nitzschia pungens* var. *atlantica* Cleve, *Fragilaria Castracanei* De Toni nebst var. *brevior* Lemm.

5) Vergl. S. 261 dieser Arbeit.

6) Challenger, Report, S. 1562.

Das Vorkommen der langstacheligen Formen in kälterem Wasser ist auch deshalb besonders interessant, weil nach Ansicht von C. Chun die Ausbildung der langen, bizarren Fortsätze des Peridineenpanzers auf das geringere specifische Gewicht des betreffenden Meerwassers zurückzuführen ist[1]). Ich möchte indessen darauf hinweisen, dass auch in kälterem Wasser Planktonorganismen mit langen Fortsätzen nicht selten sind; ich erinnere nur an *Ceratium tripos* var. *arcticum* (Ehrenb.) Cleve, *Corethron hispidum* Castr., *Chaetoceras peruvianum* Brightw.[2]) Es ist eine allgemein verbreitete Eigenthümlichkeit vieler, wenn nicht der meisten Organismen der Tropenwelt, in überaus sonderbar gestalteten, bizarren Formen aufzutreten, und zwar gilt das sowohl für die Land- als auch für die Wasserbewohner beider Reiche. Die Organismen der kälteren Erdstriche zeichnen sich dagegen vielfach durch die Einfachheit ihrer Formen aus. Es liegt daher die Annahme nahe, dass bei dem Zustandekommen dieser allgemein verbreiteten, gesetzmässigen Erscheinungen gleiche oder wenigstens ähnliche Einflüsse thätig gewesen sind. Ich bin deshalb auch der Meinung, dass die Ausbildung bizarrer Fortsätze bei den Planktonorganismen nicht ausschliesslich auf Rechnung des geringeren oder grösseren specifischen Gewichtes zu setzen ist, sondern dass auch andere, bisher nicht bekannte Einflüsse dabei berücksichtigt werden müssen.[3]) Es wäre sonst nicht zu erklären, warum gerade die Silicoflagellaten des kälteren Wassers sehr lange Randstacheln ausbilden.

Die Variabilität der Kieselskelette ist bei den Silicoflagellaten ausserordentlich gross. Neben sehr kleinen winzigen Exemplaren findet man in demselben Präparate auch wahre Riesenformen (vergl. Taf. X, Fig. 11 und 12; Taf. XI, Fig. 4 und 5). Die bei den Artbeschreibungen angegebenen Grössenverhältnisse haben deshalb auch nur einen sehr beschränkten Werth. Wollte man Varietäten bilden, so könnte man bei jeder Species eine forma *major*, *minor*, *minutissima*, *gracilis*, *robusta*, *crassa*, *tenuis* etc. unterscheiden.

Ebenso variabel ist die Länge der Basal- und Apicalstäbe und die damit zusammenhängende Grösse der Fenster (vergl. Taf. X, Fig. 27 und 28, Taf. XI, Fig. 1 und 2, Fig. 8, 9 und 10). Manchmal fehlen auch einzelne Kieselstäbe oder sind sehr verkümmert; dadurch entstehen vielfach ganz abnorme Formen. Ich habe diese in vorstehender Arbeit nicht weiter berücksichtigt, werde aber darauf in einem weiteren Aufsatze wieder zurückkommen.

Die Gruppe der Siphonotestales besitzt Gehäuse aus hohlen

1) Aus den Tiefen des Weltmeeres, S. 72—74.

2) Vergl. auch die Abbildungen in Chun, l. c. S. 208.

3) Vergl. auch meine Bemerkungen in den Ber. der Deutschen bot. Ges. 1900, S. 511.

Kieselstäben, deren Höhlungen alle mit einander in Verbindung stehen. Was sie bei den lebenden Individuen enthalten, ist mir nicht bekannt; ich finde auch in der Litteratur keine Angaben darüber. Lässt man einen Tropfen mit Kieselskeletten auf dem Objectträger eintrocknen, so füllen sich die Hohlräume mit Luft, welche sich durch Behandlung mit Alkohol wieder vertreiben lässt. Bringt man aber auf die aufgetrockneten Skelette einen Tropfen Canadabalsam, so bleibt die Luft in den Hohlräumen. Es scheint daraus hervorzugehen, dass die Hohlräume der Kieselskelette durch feine Oeffnungen mit dem sie umgebenden Medium in Verbindung stehen. Ich habe freilich bislang derartige Oeffnungen nicht aufzufinden vermocht. Doch besitzen die meisten Skelette feine Granulationen, welche möglicherweise zu den Hohlräumen in Beziehung stehen. Man könnte aber auch annehmen, dass die Skelette beim Eintrocknen zusammenfallen und feine Risse bekommen, durch welche die Luft einzudringen vermag. Jedenfalls bedarf diese Eigenthümlichkeit einer genaueren Untersuchung; vielleicht giebt das Studium lebender Objecte die gewünschte Aufklärung.

Wie EHRENBERG, BORGERT, HAECKEL, STÖHR und MÖBIUS habe auch ich bei den verschiedensten Arten sogenannte Doppelskelette aufgefunden, welche mit den Basalringen an einander sassen. Es dürfte sich bei diesen Bildungen um Theilungszustände handeln. Ihre Entstehung ist ebenfalls nicht bekannt; sicheren Aufschluss können darüber auch wohl nur Culturversuche ergeben.

Im Innern des Kieselskelettes ist bei manchen *Dictyocha-* und *Distephanus*-Arten ein protoplasmatischer Weichkörper beobachtet worden. Ich habe denselben bei einzelnen Exemplaren von *Distephanus speculum* (Ehrenb.) Haeckel untersuchen können. Er ist entweder kugelig oder von oben nach unten etwas abgeplattet und vollkommen hyalin; eine äussere Hüllmembran ist nicht vorhanden. An der Peripherie finden sich bei *Distephanus* zahlreiche scheibenförmige Chromatophoren (Tabula nostra XI, Fig. 12), welche bei lebenden Exemplaren gelbbraun gefärbt sind. Nach Behandlung mit Alkohol bekommen sie eine schwach grünliche Farbe. Im Innern des Weichkörpers befindet sich ein eigenthümlich zusammengesetzter Kern; er besteht aus einer peripherischen, vacuolären Zone und einem stärker färbbaren, ziemlich grossen Nucleolus. A. BORGERT hat bei einzelnen Exemplaren von *Distephanus speculum* (Ehrenb.) Haeckel statt des fehlenden Kernes mehrere länglich runde Körperchen beobachtet und nimmt an, dass sie durch Theilung des ursprünglichen Kernes entstanden sind.[1]) Der Weichkörper von *Dictyocha* und *Ebria* ist gelblich gefärbt und scheint keine bestimmt geformten Chroma-

1) l. c. S. 649, Taf. XXXIII, Fig. 11 und 12.

tophoren zu enthalten, doch sind die Untersuchungen darüber noch nicht als abgeschlossen zu betrachten.

Ueber die Vermehrung der Silicoflagellaten ist bisher noch nichts bekannt.

Auch die Angaben über die Verbreitung der einzelnen Arten bedürfen noch sehr der Ergänzung. Die Skelette der meisten bekannten Formen finden sich fossil in tertiären Lagern, und nur verhältnissmässig wenige Arten werden noch heute im Plankton der Hochsee lebend angetroffen. Allerdings ist dabei zu bemerken, dass bei den jetzt allgemein üblichen Fangmethoden mittels feiner Gazenetze sehr viele der winzigen Organismen durch die Maschen der Netze entweichen werden, und dass bei den wenigen erbeuteten Exemplaren die zarten Weichkörper meistens schon aus den Kieselskeletten herausgefallen sind.

Die Silicoflagellaten sind echte Planktonorganismen. Die Geisseln werden als Bewegungsorgane benutzt, während die hohlen Kieselstäbe und die langen radialen Basalstacheln zur Erhöhung der Schwebfähigkeit wesentlich beitragen dürften. Das aus massiven Kieselstäben aufgebaute Skelett von *Ebria tripartita* (Schum.) Lemm. besitzt nach den Angaben von V. HENSEN[1]) eine dünne Gallerthülle, durch welche ebenfalls das Schwebvermögen sehr vergrössert wird; ausserdem hat der Weichkörper bei dieser Art zwei Geisseln[2]).

Die Silicoflagellaten treten nur periodisch im Plankton auf. Nach Beobachtungen von A. BORGERT[3]) finden sie sich im Plankton der Kieler Bucht von Mai bis Juli nur selten, werden dann im August etwas häufiger und erreichen im October und November ihr Maximum[4]).

Zu den Silicoflagellaten zähle ich die Gattungen *Mesocena* Ehrenb., *Dictyocha* Ehrenb., *Distephanus* Stöhr, *Cannopilus* Haeckel und *Ebria* Borgert; von diesen gehören die ersten drei zu den Siphonotestales, die Gattung *Ebria* Borgert aber zu den Stereotestales. Es sind freilich bisher bei den *Mesocena*- und *Cannopilus*-Arten noch keine Weichkörper aufgefunden worden, und es ist deshalb fraglich, ob sie mit den *Dictyocha*- und *Distephanus*-Formen in dieselbe Familie eingereiht werden müssen. Indessen lassen sich wenigstens die Kieselskelette der einzelnen Gattungen in auf einander folgende, mitunter lückenlose Reihen anordnen, wie folgende Uebersicht zeigt.

1) V. Bericht der Kommission zur wiss. Unters. der deutschen Meere, S. 78.
2) Borgert l. c., S. 662.
3) l. c., S. 651.
4) Vergl. auch die Tabellen von V. Hensen im V. Bericht der Kommission zur wiss. Unters. der deutschen Meere.

| Basalring einfach ringförmig *Mesocena* | Basalring mit gebogenen Kieselstäben *Dictyocha* | Basal- und Apicalring vorhanden, Apicalstäbe fehlen *Distephanus* | Basal- u. Apicalring vorhanden, Apicalstäbe vorhanden *Cannopilus* |
|---|---|---|---|
| *M. crenulata* | *D. navicula* | — | — |
| *M. crenulata* var. *diodon* | *D. navicula* var. *biapiculata* | — | — |
| *M. crenulata* var. *elliptica* | *D. navicula* var. *pons* | *D. Schauinslandii* | — |
| *M. polymorpha* var. *triangula* | *D. triacantha* | — | — |
| *M. polymorpha* var. *quandrangula* | *D. staurodon* | — | *C. diplostaurus* |
| | *D. staurodon* var. *Medusa* | *D. crux* | *C. superstructus* |
| *M. polymorpha* var. *pentagona* | — | *D. speculum* var. *pentagonus* | — |
| *M. polymorpha* var. *hexagona* | — | *D. speculum* | *C. hemisphaericus*, *C. calyptra etc.* |
| *M. polymorpha* var. *heptagona* | — | *D. speculum* var. *septenarius* | *C. calyptra* var. *heptacanthus* |
| *M. polymorpha* var. *octogona* | — | *D. speculum* var. *octonarius* | *C. cyrtoides* |
| *M. polymorpha* var. *nonaria* | — | *D. speculum* var. *polyactis* | — |

Es geht daraus hervor, dass die *Distephanus*- und *Cannopilus*-Formen ungezwungen aus entsprechenden *Dictyocha*- und *Mesocena*-Arten abgeleitet werden können. Ganz vollständig ist freilich nur die mit *Mesocena polymorpha* var. *quadrangula* beginnende Reihe, doch ist zu hoffen, dass durch Untersuchungen einer grösseren Anzahl fossiler Formen die noch fehlenden Uebergänge resp. Endstadien entdeckt werden, habe ich doch auch für *Mesocena crenulata* var. *elliptica* und *Mesocena polymorpha* var. *pentagona* die entsprechenden *Distephanus*-Formen (*D. Schauinslandii* und *D. speculum* var. *pentagonus*) auffinden können. Es wäre jedenfalls wunderbar, wenn sich aus den einfachen *Mesocena*-Arten ohne Weiteres die ziemlich complicirt gebauten *Distephanus*- und *Cannopilus*-Formen entwickelt haben sollten. Weniger auffällig würde allerdings das Fehlen der entsprechenden höheren Formen sein, da es wohl denkbar ist, dass eine einfache Form sich unter gewissen Bedingungen nicht weiter entwickelt, sondern auf der ursprünglichen Stufe stehen bleibt. Das würde nach unseren bisherigen Kenntnissen z. B. für *Dictyocha navicula* et var. *biapiculata* und *D. triacantha* zutreffen.

Die Kieselskelette der Silicoflagellaten zeigen äusserlich grosse Aehnlichkeit mit einer Gruppe der Radiolarien, den Tympaniden. Ich möchte diese Verhältnisse durch einige Beispiele erläutern.

1. *Parastephanus quadrispinus* Haeckel, Report l. c. Taf. 93, Fig. 21 besteht aus zwei mit einander verbundenen Skeletten von *Mesocena crenulata* var. *elliptica*.

2. *Prismatium tripodium* Haeckel l. c. Tafel 93, Fig. 22 lässt sich aus *Mesocena polymorpha* var. *triangula* oder var. *quadrangula* ableiten.

3. *Lithocubus geometricus* Haeckel l. c. Taf. 94, Fig. 13 erinnert sehr an *Mesocena polymorpha* var. *quadrangula*.

4. *Dystympanum dictyocha* Haeckel l. c. Taf. 94, Fig. 15—16, *Paratympanum octostylum* Haeckel l. c. Taf. 94, Fig. 14 und *Circotympanum octogonium* Haeckel l. c. Taf. 94, Fig. 17 zeigen grosse Aehnlichkeit mit *Distephanus*-Formen.

Da aber von allen diesen Organismen, mit Ausnahme von *Prismatium tripleurum* der Weichkörper nicht bekannt ist, lässt sich über die Beziehungen der Tympaniden zu den Silicoflagellaten nichts Genaueres sagen.

Jedenfalls aber bilden die Silicoflagellaten wegen ihres eigenthümlichen durchbrochenen Skelettes und des Vorhandenseins von Geisseln und Chromatophoren eine scharf abgegrenzte Gruppe. Sie scheinen mit einigen, erst neuerdings aufgefundenen Peridineen nahe verwandt zu sein; ich erinnere nur an *Gymnaster pentasterias* (Ehrenb.) Schütt[1]), *Monaster rete* Schütt[2]) und *Amphitolus elegans* Schütt[3]). Die Skelette von *Gymnaster pentasterias* (Ehrenb.) Schütt sind ja auch schon früher von Ehrenberg als *Actiniscus pentasterias* Ehrenb. beschrieben und in die Nähe von *Dictyocha* gestellt worden. Zur Klarlegung aller dieser in vorstehender Arbeit angedeuteten Beziehungen bedarf es vor allen Dingen der Untersuchung lebenden Materiales; die verschiedenen Meeresstationen dürften für die Ausführung solcher Studien am geeignetsten sein.

## Klasse Silicoflagellatae A. Borgert

Zellen ohne äussere Hüllmembran, mit einer bis zwei Geisseln, einem centralen Kerne und häufig mit vielen gelbbraunen Chromatophoren, innerhalb eines aus hohlen oder massiven Kieselstäben bestehenden Gehäuses lebend; Vermehrung unbekannt.

### I. Ordnung. Siphonotestales Lemm.

Gehäuse aus hohlen Kieselstäben zusammengesetzt, ring-, hut- oder pyramidenförmig.

1) Peridineen der Plankton-Expedition, I. Theil, S. 31—32, Taf. 27, Fig. 100.
2) Peridineen l. c. S. 33, Taf. 27, Fig. 101.
3) Peridineen l. c. S. 34, Taf. 27, Fig. 102.

## 1. Familie *Dictyochaceae* Lemm.

Zellen mit einer Geissel.

### Gattung Mesocena Ehrenb.

Gehäuse einfach ringförmig.

1. *M. crenulata* Ehrenb., Monatsber. der Akad. der Wissensch. in Berlin 1860.

Synonym: *M. annulus* Haeckel, Report on the Radiolaria collected by H. M. S. Challenger during the years 1873—1876. Zoology. Vol. XVIII, 1889, S. 1555.

Gehäuse elliptisch, 30 : 20 μ gross, glatt oder am äusseren Rande schwach gezähnt, ohne Stacheln.

Verbreitung: Atlantic, fossil in Griechenland.

var. *diodon* (Ehrenb.) **nob.** Tabula nostra X, Fig. 1—2.

Synonym: *M. diodon* Ehrenb., Monatsber. 1844, S. 84, Mikrogeologie Taf. XXXIII, Nr. XV, Fig. 18.

Gehäuse elliptisch, 30–49 : 40—62 μ gross, an den beiden Polen mit je einem 5—10 μ langen Stachel besetzt.

Verbreitung: Fossil in Barbados, Nordamerika, im Kalkmergel von Moron[1]) in Spanien (3478a et b).

var. *elliptica* (Ehrenb.) **nob.**

Synonym: *M. elliptica* Ehrenb., Monatsber. 1844, S. 84, Mikrogeologie Taf. XX, Fig. 44.

Gehäuse elliptisch, 15 : 30 μ gross, an den Polen, sowie in der Mitte der Seiten mit je einem 5 μ langen Stachel.

Verbreitung: Fossil in den tertiären Lagern des Mittelmeeres (Placca di Furni von Zante; Caltanisetta, Sicilien); Maryland.

2. *M. polymorpha* **nov. spec.**

Gehäuse drei- bis vieleckig, mit oder ohne Stacheln an den Ecken.

var. *triangula* (Ehrenb.) **nob.** Tabula nostra X, Fig. 3—4.

Synonym: *M. triangula* Ehrenb., Monatsber. 1840, S. 208, Mikrogeologie Taf. XXI, Fig. 41; *Dictyocha triangula* Ehrenb., Monatsber. 1875, S. 46; *Lithocircus triangularis* Stöhr, Palaeontographica XXVI, S. 121, Taf. VII, Fig. 10.

Gehäuse dreieckig, mit meist etwas convexen Seiten, 42—49 zu 55—63 μ gross, an den Ecken mit drei 4—8 μ langen Stacheln.

Verbreitung: Fossil in Caltanisetta, Tripoli von Grotte, Kalkmergel von Moron in Spanien (3478b).

---

1) Die in Klammern stehenden Zahlen bezeichnen die betreffenden Nummer der von E. Thum bezogenen Präparate.

var. *quadrangula* (Ehrenb.) **nob.** Tabula nostra X, Fig. 5—7.

Synonym: *M quadrangula* Ehrenb., Monatsber. 1872, S. 145, 273.

Gehäuse viereckig, quadratisch oder rechteckig, mit geraden oder convexen Seiten, glatt oder mit feinen Spitzchen besetzt, 20—48 zu 25—51 $\mu$ gross, an den Ecken mit je einem 3—10 $\mu$ langen Stachel besetzt.

Verbreitung: Nord-Atlantic, Faroer, Golfstrom, Challenger b. (Präparat von E. Thum), fossil im Kalkmergel von Moron in Spanien (3478a et b), Kreidemergel von Zante (3715), Polycystineenmergel von Nankoorii, Indien (3716).

var. *pentagona* (Haeckel) **nob.** Tabula nostra X, Fig. 8.

Synonym: *M. pentagona* Haeckel, Report l. c. S. 1556.

Gehäuse fünfeckig, glatt oder mit feinen Spitzchen besetzt, 20—53 $\mu$ gross, an den Ecken mit je einem 3,5—5 $\mu$ langen radialen Stachel besetzt.

Verbreitung: Fossil in Barbados, im Kalkmergel von Moron in Spanien (3478b).

var. *hexagona* (Haeckel) **nob.**

Synonym: *M. hexagona* Haeckel, Report l. c. S. 1556.

Gehäuse sechseckig, 25—30 $\mu$ gross, an den Ecken mit je einem radialen, 7—10 $\mu$ langen Stachel besetzt.

Verbreitung: Mittelmeer; fossil auf Corfu und der Krim.

var. *heptagona* (Ehrenb.) **nob.**

Synonym: *M. heptagona* Ehrenb., Monatsber. 1843, S. 417, Taf. I, Nr. III, Fig. 26, Mikrogeologie Taf. XX, Fig. 49; *M. septenaria* Ehrenb., Monatsber. 1872, S. 163, 273.

Gehäuse siebeneckig, mit concaven Seiten, an den Ecken mit je einem radialen Stachel besetzt.

Verbreitung: Fossil im Placca di furni von Zante; in Peru.

var. *octogona* (Ehrenb.) **nob.**

Synonym: *M. octogona* Ehrenb., Monatsber. 1843, S. 417, Taf. I, Nr. III, Fig. 27.

Gehäuse achteckig, 20 $\mu$ gross, an den Ecken mit je einem 5 $\mu$ langen, radialen Stachel besetzt.

Verbreitung: Pacific; fossil in Peru.

var. *bioctonaria* (Ehrenb.) **nob.**

Synonym: *M. bioctonaria* Ehrenb., Monatsber. 1845, S. 78, Mikrogeologie Taf. XXXV *A*, Nr. XVIII, 10.

Gehäuse achteckig, 20 $\mu$ gross, an den Ecken mit je einem 5 $\mu$ langen, radialen Stachel, am inneren Rande in der Mitte der Seiten mit je einem kürzeren Stachel.

Verbreitung: Fossil im Guano von Peru, in Südafrika und Barbados.

var. *nonaria* (Ehrenb.) **nob.**

Synonym: *M. nonaria* Ehrenb., Monatsber. 1872, S. 163, 273.

Gehäuse neuneckig, an den Ecken mit je einem radialen Stachel.

Verbreitung: Pacific, fossil im Guano von Peru.

var. *binonaria* (Ehrenb.) **nob.**

Synonym: *M. binonaria* Ehrenb., Monatsber. 1845, S. 78; Mikrogeologie Taf. XXXV A, Nr. XV, 9.

Ebenso, aber ausserdem noch am inneren Rande in der Mitte der Seiten mit je einem kürzeren Stachel besetzt.

Verbreitung: Fossil im Guano von Peru, in Südafrika.

3. *M. circulus* Ehrenb., Monatsber. 1840, S. 208, Mikrogeologie Taf. XIX, Fig. 44.

Gehäuse kreisrund, 20—30 $\mu$ gross, glatt oder am äusseren Rande schwach gezähnt.

Verbreitung: Fossil in Barbados, Aegina, Caltanisetta.

var. *apiculata* **nov. var.** Tabula nostra X, Fig. 9—10.

Gehäuse kreisrund oder etwas eckig, 55—83 $\mu$ gross, am Rande mit zwei Reihen, ca. 3 $\mu$ langer Stacheln besetzt, von denen die eine Reihe aufwärts, die andere aber abwärts gerichtet ist.

Verbreitung: Fossil in Barbados, im Kalkmergel von Moron in Spanien (3478a et b).

var. *stellata* (Haeckel) **nob.**

Synonym: *M. stellata* Haeckel, Report l. c. S. 1557, Taf. 101, Fig. 9.

Gehäuse kreisrund, 30 $\mu$ gross, am äusseren Rande mit acht längeren und acht kürzeren Stacheln besetzt, welche regelmässig mit einander abwechseln.

Verbreitung: Pacific.

## Gattung Dictyocha Ehrenb.

Gehäuse hutförmig, Basalring mit convex gebogenen Kieselstäben versehen.

1. *D. navicula* Ehrenb., Monatsber. 1838, S. 129, Mikrogeologie Taf. XX, Fig. 43. Tabula nostra X, Fig. 11—13.

Synonym: *D. ponticulus* Ehrenb., Monatsber. 1844, S. 267.

Basalring elliptisch oder oblong, 27—64 $\mu$ breit und 89—131 $\mu$ lang, durch einen in der Richtung der kurzen Achse verlaufenden Kieselstab in zwei gleich grosse Fenster getheilt.

Verbreitung: Atlantic; Bermuda Islands; fossil im Kreidemergel von Zante (3715), Cementstein von Für in Jütland (3844 und 3845).

var. *biapiculata* **nov. var.** Tabula nostra X, Fig. 14—15.

Basalring oblong, 17—32 μ breit und 46—82 μ lang, durch einen in der Richtung der kurzen Achse verlaufenden Kieselbalken in zwei gleich grosse Fenster getheilt, an den beiden Polen mit je einem 30—35 μ langen Stachel besetzt.

Verbreitung: Fossil im Mergelschiefer von Dolje in Croatien (3711), im Cementstein von Für in Jütland (3844 und 3845), im Polycystineenmergel von Kusnetzk in Russland (3524 b et c).

var. *pons* (Ehrenb.) **nob.**

Ebenso, aber ausserdem in der Mitte der Seiten des Basalringes mit je einem kurzen radialen Stachel versehen.

Verbreitung: Fossil in Oran (Afrika).

2. *D. triacantha* Ehrenb., Monatsberichte 1844, S. 40. Tabula nostra X, Fig. 18.

Basalring dreieckig, mit geraden oder etwas convexen Seiten, 26—41 μ gross, an den Ecken mit drei radialen Stacheln von 15—34 μ Länge. In der Mitte der Seiten entspringen drei Basalstäbe, welche sich an der Spitze mit einander vereinigen. Stützstacheln vorhanden oder fehlend. Basalfenster gleich gross.

Verbreitung: Fossil in Maryland, im Cementstein von Für in Jütland (3844 et 3845).

E. Haeckel unterscheidet zwei *Dictyocha*-Formen mit dreieckigem Basalringe, nämlich *D. triommata* Ehrenb. und *D. tripyla* Ehrenb.; erstere soll sich von letzterer durch das Fehlen der Stützstacheln unterscheiden. Für beide Arten citirt E. Haeckel Fig. 38, Taf. XIX der Mikrogeologie! Die Ehrenberg'sche Diagnose von *D. triommata* Ehrenb. lautet: „D. sexangula, angulis spinosis, cellulis inermibus internis 9, tribus mediis." Daraus geht doch hervor, dass es sich nicht um eine Form mit dreieckigem, sondern mit sechseckigem Basalringe handelt. Die von Ehrenberg, Mikrogeologie Tafel XXXIII, Nr. XV, Fig. 11 als *D. triommata* Ehrenb. abgebildete Art gehört wahrscheinlich zu *D. triacantha* Ehrenb., deren Diagnose lautet: „D. triangula regularis, angulis spinescentibus cellulis tribus margine interno inermibus." E. Haeckel zieht zu *D. triommata* Ehrenb. auch *D. trifenestrata* Ehrenb. und *D. abyssorum* Ehrenb.; beide sind meiner Ansicht nach nichts weiter als Abnormitäten. Dasselbe gilt auch für *D. tripyla* Ehrenb., Mikrogeologie Taf. XXI, Fig. 41; ich halte diese Art für eine abnorme Form von *D. fibula* Ehrenb.

var. *apiculata* **nov. var.** Tabula nostra X, Fig. 19—20.

Basalring dreieckig, mit convexen Seiten, 51—89 $\mu$ gross, an den Ecken mit drei, ca. 1,5 $\mu$ langen radialen Stacheln. Stützstacheln 14 $\mu$ lang, in feine, am Ende hakenförmig nach innen gebogene Spitzen ausgezogen. Basalfenster gleich gross.

Verbreitung: Fossil im Cementstein von Für in Jütland (3844 et 3845), Polycystineen-Mergel von Kusnetzk in Russland (3524c).

var. *inermis* **nov. var.** Tabula nostra X, Fig. 21.

Basalring an den Ecken ohne radiale Stacheln; sonst wie die var. *apiculata* nob.

Verbreitung: Fossil im Cementstein von Für in Jütland.

var. *hastata* **nov. var.** Tabula nostra X, Fig. 16—17.

Basalring spiessförmig, 34 - 69 $\mu$ lang und 40—48 $\mu$ breit, mit geraden oder etwas concaven Seiten, an den Ecken mit drei, ca. 5 $\mu$ langen, radialen Stacheln. Basalfester gleich. Stützstacheln in feine, am Ende hakenförmig nach innen gebogene Spitzen ausgezogen, zuweilen fehlend.

Verbreitung: Fossil im Cementstein von Für in Jütland (3844 et 3845).

Diese sehr charakteristische Form würde vielleicht auch ebenso gut als eigene Species *D. hastata* nob. aufgefasst werden können.

3. *D. quadrata* Ehrenb., Monatsber. 1844, S. 267.

Gehäuse quadratisch oder rechteckig, 15 $\mu$ gross, durch einen in der Richtung der kurzen Achse verlaufenden Kieselstab in zwei Fenster getheilt. Zwei einander gegenüber liegende Ecken des Basalringes sind mit je einem radialen Stachel besetzt.

Verbreitung: Atlantic, Bermuda Islands; fossil in Barbados.

4. *D. staurodon* Ehrenb., Monatsber. 1844, S. 80; Mikrogeologie Taf. XVIII, Fig. 58. Tabula nostra X, Fig. 22—23.

Gehäuse pyramidenförmig. Basalring quadratisch, 38—42 $\mu$ gross, glatt oder mit feinen Spitzchen besetzt, an den Ecken mit je einem ca. 21 $\mu$ langen radialen Stachel versehen, am inneren Rande mit vier Stützstacheln besetzt. In der Mitte der Seiten des Basalringes entspringen vier aufrechte Basalstäbe, welche sich an der Spitze vereinigen und einen aufrechten Endstachel tragen. Basalfenster gleich gross, dreieckig.

Verbreitung: Atlantic. Fossil in Barbados, Tripel von Richmond in Virginia, Mergelschiefer von Dolje in Kroatien (3711), Kalkmergel von Moron in Spanien (3478b), Cementstein von Für in Jütland (3844 und 3845).

var. *medusa* (Haeckel) **nob.**

Synonym: *D. medusa* Haeckel, Report S. 1560, Taf. 101, Figur 13–14.

Ebenso, aber ohne Endstachel und ohne Stützstacheln. Basalring nur 20 μ gross.

Verbreitung: Pacific.

5. *D. fibula* Ehrenb., Monatsber. 1839, S. 149; Mikrogeologie Taf. XXII, Fig. 42 c, Taf. XVIII, Fig. 54 und 55, Taf. XX, Fig. 45, Taf. XIX, Fig. 43. Tabula nostra X, Fig. 24.

Gehäuse hütchenförmig. Basalring quadratisch, rhombisch oder rechteckig, 10—45 μ gross, an den Ecken mit vier radialen Stacheln, von denen zwei einander gegenüber liegende doppelt so lang sind wie die beiden anderen. Am inneren Rande mit ein bis vier kürzeren Stützstacheln besetzt. Von zwei einander gegenüber liegenden Seiten des Basalringes entspringen in der Mitte oder näher nach den Enden hin zwei Paar aufrechte Basalstäbe, welche oben durch einen diagonal verlaufenden Kieselstab verbunden sind.

Verbreitung: Ostsee, Nordsee, Atlantic, Mittelmeer. Fossil in Afrika, Sicilien, Virginia, im Tripel von Licata in Italien (3470, I et II), Polycystineen-Mergel von Naukoorii in Indien (3717), Polycystineen-Mergel von Kusnetzk in Russland (3524, *b* et *c*), Kieselschiefer von Ngermegy in Ungarn (3452), Polycystineen-Mergel von Naparima auf Haiti (3718).

var. *aspera* **nov. var.** Tab. nostra X, Fig. 27—28.

Basalring quadratisch oder etwas rhombisch, 42—44 μ gross, mit vier radialen Stacheln, von denen zwei 3 μ, die beiden anderen 9 μ lang sind. Stützstacheln meistens fehlend. Alle Kieselstäbe sind mit vielen feinen Stacheln besetzt.

Verbreitung: Fossil im Tripel von Licata (3470, I et II), im Polycystineen-Mengel von Naukoorii in Indien (3716).

var. *longispina* **nov. var.** Tabula nostra X, Fig. 26.

Synonym: *D. fibula* in Vanhöffen, Fauna und Flora Grönlands. Taf. 20, Fig. 18.

Radiale Stacheln des Basalringes gleich gross, ca. 12—15 μ lang. Basalring 23—27 μ gross; sonst wie die typische Form.

Verbreitung: Nördliches Eismeer, Karajakfjord; fossil im Polycystineen-Mergel von Kusnetzk in Russland (3524 c).

var. *brevispina* **nov. var.**

Synonym: *D. fibula* Ehrenb. pr. p. Mikrogeologie, Taf. XXI, Fig. 42 *b*, Taf. XXII, Fig. 42, *a*—*b*.

Basalring mit vier gleich grossen, aber sehr kurzen radialen Stacheln besetzt; sonst wie die typische Form.

Verbreitung: Fossil in Oran (Afrika), Caltanisetta (Sicilien), im Tripel von Licata in Italien (3470, I et II).

var. *messanensis* (Haeckel) **nob.**

Synonym: *D. messanensis* Haeckel, Monographie der Radiolarien, S. 272, Taf. XII, Fig. 3—6; *D. fibula* Hertwig, Organismus der Radiolarien, S. 89, Taf IX, Fig. 5.

Basalring fast quadratisch, 20—30 $\mu$ gross, an den Ecken mit vier gleich grossen, ca. 15—22 $\mu$ langen, radialen Stacheln. Diagonal verlaufender oberer Kieselstab in der Mitte mit einem aufrechten Stachel besetzt. Stützstacheln bisher nicht beobachtet.

Verbreitung: Mittelmeer, Atlantic (canarische Inseln).

var. *stapedia* (Haeckel) **nob.**

Synonym: *D. stapedia* Haeckel, Report l. c., S. 1561, Taf. 101, Fig. 10—12.

Basalring rhombisch, 20 $\mu$ gross, an den Ecken mit ca. 8—9 $\mu$ langen, radialen Stacheln besetzt, am inneren Rande mit vier Stützstacheln versehen. Diagonal verlaufender Kieselstab in der Mitte mit einem aufrechten Stachel besetzt.

Verbreitung: Atlantic, Pacific, Indischer Ocean etc. Dürfte wohl nur eine besondere Form der var. *messanensis* sein!

forma *longispina* **nov. forma.** Tabula nostra X, Fig. 25.

Basalring fast quadratisch, 15 $\mu$ gross, mit vier gleich grossen, 12 - 15 $\mu$ langen, radialen Stacheln besetzt; sonst wie die var. *stapedia.*

Verbreitung: Plankton der Rhede von Samarang (3387).

var. *aculeata* **nov. var.** Tabula nostra XI, Fig. 1—2.

Basalring quadratisch, 34—38 $\mu$ gross, an den Ecken mit vier, 7 $\mu$ langen Stacheln besetzt; in der Mitte des äusseren Randes mit vier kurzen Stacheln, am inneren Rande mit vier Stützstacheln besetzt. Diagonal verlaufender Kieselstab, in der Mitte mit einem aufrechten Stachel versehen; auch die aufrechten Basalstäbe sind nicht selten mit kurzen Stacheln besetzt.

Verbreitung: Challenger f. (Präparat von E THUM).

var. *rhombus* (Haeckel) **nob.** Tabula nostra XI, Fig. 3

Synonym: *D. rhombus* Haeckel, Report l c., S. 1562.

Basalring rhombisch, 20—30 $\mu$ gross, zwei einander gegenüber liegende Basalfenster dreimal so gross wie die beiden anderen. Die vier Stützstacheln ragen nur in die grösseren Fenster hinein.

Verbreitung: Nord-Atlantic, Faroer, Golfstrom, Challenger f. (Präparat von E. THUM).

## Gattung Distephanus Stöhr

Gehäuse abgestumpft pyramidenförmig, mit Basal- und Apicalring.

1. *D. Schauinslandii* **nov. spec.** Tabula nostra XI, Fig. 4—5.

Basalring elliptisch, 25—34 μ breit und 41—56 μ lang, an den Polen mit zwei radialen, 16—21 μ langen Stacheln, in der Mitte der Seiten mit je einem 3—4 μ langen Stachel. Apicalring quadratisch, 8—11 μ gross, an den Ecken durch vier Basalstäbe mit den Seiten des Basalringes verbunden. Stützstacheln vorhanden oder fehlend.

Verbreitung: Fossil im Mergelschiefer von Dolje in Croatien.

2. *D. crux* (Ehrenb.) Haeckel, Report l. c., S. 1563. Tabula nostra XI, Fig. 6—7.

Synonym: *Dictyocha crux* Ehrenb., Monatsber. 1840, S. 207; Mikrogeologie Taf. XVIII, Fig. 56, Taf. XXXIII, Nr. XV, 9.

Basalring quadratisch oder rhombisch, 20—30 μ gross, an den Ecken mit vier radialen Stacheln besetzt, von denen zwei einander gegenüber liegende gewöhnlich grösser sind als die beiden anderen. Vier Basalstäbe verbinden die Ecken des quadratischen Apicalringes mit den Mitten der Seiten des Basalringes. Stützstacheln vorhanden oder fehlend.

Verbreitung: Atlantic. Fossil in Caltanisetta (Sicilien) und Oran (Afrika).

var. *apiculatus* **nov. var.**

Synonym: *Dictyocha crux* Ehrenb. pr. p.; Mikrogeologie, Taf. XX, Fig. 46.

Basalring an den Ecken mit sehr kurzen Spitzen besetzt; sonst wie die typische Form.

Verbreitung: Fossil im Placca di Furni von Zante.

var. *mesophthalmus* (Ehrenb.) **nob.** Tabula nostra XI, Fig. 8—10.

Synonym: *Dictyocha mesophthalmus* Ehrenb., Monatsber. 1844, S. 80; Mikrogeologie, Taf. XXII, Fig. 43.

Basalring quadratisch oder rhombisch, 23—26 μ gross, an den Ecken mit vier radialen Stacheln, am inneren Rande mit vier Stützstacheln besetzt. Apicalring quadratisch, an den Seiten mit vier radialen Stacheln besetzt.

Verbreitung: Pacific. Fossil in Caltanisetta (Sicilien). im Kieselschiefer von Ngermegy in Ungarn (3452).

Eine sehr veränderliche Form. Besonders stark variirt die Länge der Basalstäbe; sie sind manchmal so kurz, dass es scheint, als sei der Apicalring direct an dem Basalring befestigt (Taf. XI, Fig. 8), manchmal aber ziemlich lang (Taf. XI, Fig. 9). Sie erheben sich auch nicht selten senkrecht vom Basalringe. Der Apicalring ist

quadratisch, rechteckig (Taf. XI, Fig. 10) oder rundlich. Er ist mit ein bis vier schräg aufwärts gerichteten Stacheln besetzt, welche ebenfalls sehr verschieden lang sind. Die Stützstacheln sind manchmal sehr kurz (Taf. XI, Fig. 9), manchmal fehlen sie ganz (Taf. XI, Fig. 8), oder es ist nur ein einziger Stachel ausgebildet (Taf. XI, Fig. 10). Auch die Länge der radialen Stacheln des Basalringes ist sehr variabel.

var. *stauracanthus* (Ehrenb.) **nob.**

Synonym: *Dictyocha stauracantha* Ehrenb., Monatsber. 1845, S. 76; Mikrogeologie, Taf. XXXIII, Nr. XV, Fig. 10; *Distephanus stauracanthus* (Ehrenb.) Haeckel, Report l. c., S. 1564.

Basalring achteckig, 20 $\mu$ gross, an den Ecken mit acht kurzen radialen Stacheln, am inneren Rande mit vier kurzen Stützstacheln besetzt. Apicalring quadratisch, mit dem Basalringe durch vier kreuzförmig gestellte Basalstäbe verbunden.

Verbreitung: Fossil in Nordamerika (Hollis Cliff, Virginia; Norwich, Connecticut).

3. *D. speculum* (Ehrenb.) Haeckel, Report l. c., S. 1565. Tabula nostra XI, Fig. 11.

Synonym: *Dictyocha speculum* Ehrenb., Monatsber. 1837, S. 150; Mikrogeologie, Taf. XVIII, Fig. 57, Taf. XIX, Fig. 41, Taf. XXI, Fig. 44*b*, Taf. XXII, Fig. 47; *D. ornamentum* Ehrenb., Monatsber. 1844, S. 80; *Distephanus rotundus* Stöhr, Palaeontographica XXVI, Taf. VII, Fig. 9; *D. ornamentum* Haeckel, Report l. c., S. 1565.

Basalring sechsseitig, 19—34 $\mu$ gross, an den Ecken mit sechs radialen Stacheln, von denen zwei einander gegenüber liegende doppelt so lang sind wie die übrigen (einzelne Stacheln zuweilen verdoppelt), am inneren Rande häufig mit sechs Stützstacheln besetzt. Apicalring sechsseitig, an den Ecken mit den Mitten der Seiten des Basalringes durch sechs Basalstäbe verbunden.

Verbreitung: Nordsee, Ostsee, Atlantic, Mittelmeer, Indischer Ocean, Pacific. Fossil in Barbados, Caltanisetta etc., im Tripel von Licata in Italien (3470, I et II), Polycystineen-Mergel von Nankoorii in Indien (3716), Kalkmergel von Moron in Spanien (3478, a et b), Diatomeen-Erde von Redondo-Beach in Californien (3617).

var. *regularis* **nov. var.** Tabula nostra XI, Fig. 12—13.

Synonym: *D. speculum* (Ehrenb.) Haeckel, bei BORGERT, l. c., Taf. XXXIII, Fig. 1.

Basalring mit sechs gleich grossen, langen Stacheln; sonst wie die typische Form.

Verbreitung: Ostsee, Pacific.

var. *brevispinus* **nov. var.** Tabula nostra XI, Fig. 14.

Synonym: *D. speculum* (Ehrenb.) Haeckel, bei Borgert, l. c., Taf. XXXIII, Fig. 2.

Basalring mit sechs gleich grossen, aber sehr kurzen Stacheln; sonst wie die typische Form.

Verbreitung: Ostsee, Pacific.

var. *hexathyra* (Ehrenb.) **nob.**

Synonym: *Dictyocha hexathyra* Ehrenb., Monatsber. 1844, S. 80; Mikrogeologie, Taf. XXII, Fig. 46.

Apicalring mit dem Basalring nur durch fünf Kieselstäbe verbunden; sonst wie die typische Form.

Verbreitung: Fossil in Caltanisetta

var. *aculeatus* (Ehrenb.) **nob.** Tabula nostra XI, Fig. 23.

Synonym: *Dictyocha aculeata* Ehrenb., Monatsber. 1839, S. 149; Mikrogeologie, Taf. XXI, Fig. 47, Taf. XXII, Fig. 48.

Apicalring mit sechs, seltener ein bis zwei kurzen, radialen, oft schräg aufwärts gerichteten Stacheln besetzt; sonst wie die typische Form.

Verbreitung: Ostsee, Nordsee, Atlantic, Pacific. Fossil in tertiären Lagern des Mittelmeeres, im plastischen Thone von Griechenland und Sicilien, Tripel von Licata in Italien (3470, I et II), Polycystineen-Mergel von Nankoorii in Indien (3716), Diatomeen-Erde von St. Monica in Californien (3599), Kalkmergel von Moron in Spanien (3478, *a* et *b*), Diatomeen-Erde von Redondo-Beach in Californien (3617).

var. *corona* (Haeckel) **nob.**

Synonym: *D. corona* Haeckel, Report l. c., S. 1566, Taf. 114, Fig. 7—9.

Basalring 25—30 $\mu$ gross, am oberen Rande mit sechs aufwärts gerichteten kürzeren Stacheln besetzt, von denen jeder in ein Basalfenster hineinragt; am unteren Rande sind sechs Stützstacheln vorhanden. Radiale Stacheln des Basalringes gleich lang. Apicalring 12—20 $\mu$ gross.

Verbreitung: Nordwest-Pacific, Java-See.

var. *pentagonus* **nov. var.** Tabula nostra XI, Fig. 19.

Basalring fünfeckig, 19 $\mu$ gross, an den Ecken mit fünf radialen, 9—10 $\mu$ langen Stacheln besetzt, am inneren Rande mit fünf centripetal nach innen gerichteten Stacheln versehen. Apicalring 12 $\mu$ gross.

Verbreitung: Challenger f. (Präparat von E. Thum).

forma *armata* **nov. forma.** Tabula nostra XI, Fig. 20.

Basalring 29—31 $\mu$ gross, mit fünf radialen, 6—8 $\mu$ langen Stacheln

besetzt. Apicalring 14—16 $\mu$ gross, mit kurzen, radialen Stacheln versehen.

Verbreitung: Fossil im Tripel von Licata in Italien (3470, I, II et III).

var. *septenarius* (Ehrenb.) Joerg., Bergens Mus. Aarbog 1899, S. 50.

Synonym: *Dictyocha septenaria* Ehrenb., Monatsber. 1844, S. 80; Mikrogeologie, Taf. XXI, Fig. 45; *D. ornamentum* Ehrenb., Mikrogeologie, Taf. XXII, Fig. 49.

Basalring siebenseitig, an den Ecken mit sieben radialen Stacheln, von denen zwei (seltener drei) einander gegenüber liegende viel länger sind wie die übrigen; sonst wie die typische Form.

Verbreitung: Ostsee, Nordsee, Atlantic, Pacific. Fossil in Caltanisetta (Sicilien), Richmond (Virginia) und Oran (Afrika).

forma *regularis* **nov. forma.** Tabula nostra XI, Fig. 15.

Synonym: *D. ornamentum* bei BORGERT, l. c., Taf. XXXIII, Fig. 6; VANHÖFFEN, l. c., Taf. V, Fig. 19.

Radiale Stacheln des Basalringes gleich lang.

Verbreitung: Ostsee, Karajakfjord.

var. *octonarius* (Ehrenb.) Joerg., l. c., S. 50. Tabula nostra XI, Fig. 18.

Synonym: *D. octonaria* Ehrenb., Monatsber. 1844, S. 201.

Basalring achtseitig, mit acht radialen Stacheln; sonst wie die typische Form.

Verbreitung: Nordsee, Atlantic, Pacific, Südliches Eismeer. Fossil in Caltanisetta (Sicilien), Oran (Afrika).

forma *octogonia* (Haeckel) **nob.**

Synonym: *Distephanus octogonius* Haeckel, Report l. c., S. 1567.

Apicalring mit kurzen, radialen Stacheln versehen; sonst wie die var. *octonarius* (Ehrenb.) Joerg.

Verbreitung: Südliches Eismeer.

var. *diadema* (Haeckel) **nob.**

Synonym: *D. diadema* Haeckel, Report l. c., S. 1567.

Basalring achtseitig, 40 $\mu$ gross, an den Ecken mit acht radialen Stacheln; an jeder Seite derselben befindet sich ein fast senkrecht abwärts gerichteter kürzerer Stützstachel. Apicalring 20 $\mu$ gross, an den Ecken mit acht radialen Stacheln.

Verbreitung: Süd-Pacific.

var. *polyactis* (Ehrenb.) **nob.** Tabula nostra XI, Fig. 17.

Synonym: *Dictyocha polyactis* Ehrenb., Monatsber. 1838; *Distephanus speculum* var. *octonaria* forma *polyactis* (Ehrenb.) Joerg., l. c. S. 50.

Basalring neun- bis vielseitig, an den Ecken mit je einem radialen Stachel. Stacheln entweder gleich oder zwei einander gegenüber stehende sind länger wie die übrigen. Apicalring neun- bis vielseitig.

Verbreitung: Westküste von Norwegen. Fossil in Griechenland, Virginia, Tripel von Licata in Italien (3470, I, II et III), Kalkmergel von Moron in Spanien (3478, *a* et *b*).

### Gattung Cannopilus Haeckel

Gehäuse abgestumpft pyramidenförmig, mit zwei über einander liegenden Reihen von Fenstern. Apicalring durch Kieselstäbe in mehrere Fenster getheilt.

1. *C. bipartita* (Ehrenb.) **nob.**

Synonym: *Dictyocha bipartita* Ehrenb., Monatsber. 1844, S. 79; Mikrogeologie, Taf. XXII, Fig. 44.

Basalring quadratisch, 30—50 $\mu$ gross, an den Ecken mit vier kurzen, radialen Stacheln. Apicalring quadratisch, an den Ecken durch vier Basalstäbe mit den Mitten der Seiten des Basalringes verbunden, durch einen Apicalstab in zwei Fenster getheilt.

Verbreitung: Fossil in Oran (Afrika), Caltanisetta (Sicilien).

2. *C. superstructus* (Ehrenb.) Haeckel, Report l. c., S. 1568.

Synonym: *Dictyocha superstructa* Ehrenb., Monatsber. 1844, S. 80; Mikrogeologie, Taf. XXII, Fig. 45.

Basalring quadratisch, 30 $\mu$ gross, an den Ecken mit vier radialen Stacheln. Apicalring viereckig, mit einer abgestumpften Pyramide, mit einem centralen und vier randständigen Fenstern versehen, an den Ecken durch vier Basalstäbe mit den Mitten der Seiten des Basalringes verbunden.

Verbreitung: Fossil in Caltanisetta (Sicilien).

3. *C. diplostaurus* Haeckel, Report l. c., S. 1568, Taf. 114, Fig. 10.

Basalring quadratisch, 40 $\mu$ gross, an den Ecken mit vier radialen Stacheln. Apicalring quadratisch, 16 $\mu$ gross, durch zwei rechtwinklig sich kreuzende Apicalstäbe in vier quadratische Fenster getheilt, an den Ecken durch Basalstäbe mit den Mitten der Seiten des Basalringes verbunden. Enden der Apicalstäbe in vier schwach aufwärts gerichtete Stacheln verlängert. Kreuzungspunkt der Apicalstäbe mit einem aufrechten Stachel.

Verbreitung: Pacific.

4. *C. binoculus* (Ehrenb.) **nob.** Tabula nostra XI, Fig. 22.

Synonym: *Dictyocha binoculus* Ehrenb., Monatsber. 1844, S. 79.

Basalring sechsseitig, 33—61 $\mu$ gross, an den Ecken mit sechs radialen Stacheln, von denen zwei einander gegenüber liegende am grössten sind, am inneren Rande mit sechs Stützstacheln besetzt.

Apicalring sechsseitig, durch einen in der Richtung der beiden langen Stacheln des Basalringes verlaufenden Apicalstab in zwei Fenster getheilt.

Verbreitung: Challenger f. (Präparat von E. THUM). Fossil in Aegina.

var. *diommata* (Ehrenb.) **nob.**

Synonym: *Dictyocha diommata* Ehrenb., Monatsber. 1845, S. 76.

Basalring 41 $\mu$ gross, mit sechs gleich langen radialen Stacheln. Apicalring durch einen Apicalstab in zwei Fenster getheilt.

Verbreitung: Fossil in Virginia.

5. *C. triommata* (Ehrenb.) **nob.** Tabula nostra XI, Fig. 25.

Synonym: *Dictyocha triommata* Ehrenb., Monatsber. 1845, S. 76.

Basalring sechsseitig, mit sechs radialen Stacheln, von denen zwei einander gegenüber liegende am längsten sind. Apicalring sechsseitig, an den Ecken durch sechs Basalstäbe mit den Mitten der Seiten des Basalringes verbunden, durch drei Apicalstäbe in drei Fenster getheilt. Stützstacheln vorhanden oder fehlend.

Verbreitung: Fossil in Virginia, im Kieselschiefer von Ngermegy in Ungarn (3452).

6. *C. Haeckelii* **nov. spec.** Tabula nostra XI, Fig. 26.

Basalring sechsseitig, an den Ecken mit sechs radialen Stacheln, von denen zwei einander gegenüber stehende am grössten sind. Apicalring sechsseitig, mit vier Fenstern, an den Ecken durch sechs Basalstäbe mit den Mitten der Seiten des Basalringes verbunden. Von vier einander gegenüber liegenden Seiten des Apicalringes entspringen in der Mitte vier aufrechte Apicalstäbe, welche oben durch einen wagerechten Kieselstab verbunden sind (ähnlich wie bei *Dictyocha fibula* Ehrenb.). Stützstacheln vorhanden oder fehlend.

Verbreitung: Fossil im Kieselschiefer von Ngermegy in Ungarn (3452).

7. *C. calyptra* Haeckel, Report l. c., S. 1568.

Basalring sechsseitig, 50 $\mu$ gross, an den Ecken mit sechs radialen Stacheln. Apicalring sechsseitig, 20 $\mu$ gross, an den Ecken durch sechs Basalstäbe mit den Mitten der Seiten des Basalringes verbunden, mit einem centralen und fünf randständigen Fenstern.

Verbreitung: Fossil in Griechenland und Sicilien.

var. *spinosa* **nov. var.** Tabula nostra XI, Fig. 24.

Apicalring in der Mitte der Seiten mit sechs radialen Stacheln. Stützstacheln vorhanden oder fehlend; sonst wie die typische Form.

Verbreitung: Fossil im Kieselschiefer von Ngermegy in Ungarn (3452).

var. *heptacanthus* (Ehrenb.) **nob.**

Synonym: *Dictyocha heptacanthus* Ehrenb., Monatsber. 1840, S. 208; Mikrogeologie, Taf. XIX, Fig. 39

Basal- und Apicalring siebenseitig, durch sieben Basalstäbe verbunden. Apicalring durch sieben Apicalstäbe in sechs ungleich grosse Fenster getheilt.

Verbreitung: Fossil in Griechenland und Sicilien.

8. *C. hemisphaericus* (Ehrenb.) Haeckel, Report l. c., S. 1569. Tabula nostra XI, Fig. 21.

Synonym: *Dictyocha hemisphaerica* Ehrenb., Monatsber. 1844, S. 266.

Gehäuse fast halbkugelig. Basalring sechsseitig, 20—40 μ gross, an den Ecken mit sechs radialen Stacheln, von denen zwei einander gegenüber stehende länger sind wie die übrigen, am inneren Rande mit sechs Stützstacheln besetzt. Apicalring 10—20 μ gross, an den Ecken durch sechs Basalstäbe mit den Mitten der Seiten des Basalringes verbunden, mit einem centralen und sechs randständigen Fenstern.

Verbreitung: Nord-Atlantic, Bermuda Islands.

9. *C. cyrtoides* Haeckel, Report l. c., S. 1569, Taf. 114, Fig. 11—12.

Synonym: *Dictyocha cyrtoides* Haeckel.

Basalring achtseitig, 40 μ gross, an den Ecken mit acht radialen Stacheln; zu beiden Seiten eines jeden Stachels ist ein kurzer Stützstachel vorhanden. Apicalring achtseitig, an den Ecken durch acht Basalstäbe mit den Mitten der Seiten des Basalringes verbunden, mit einem centralen und acht randständigen Fenstern.

Verbreitung: Pacific.

### II. Ordnung Stereotestales Lemm.

Gehäuse aus soliden Kieselstäben zusammengesetzt.

### 1. Familie Ebriaceae Lemm.

Zellen mit zwei Geisseln.

### Gattung Ebria Borgert

Gehäuse planconvex.

1. *E. tripartita* (Schum.) Lemm., Abh. Naturw. Verein Bremen, Bd. XVI, S. 375.

Synonym: *Dictyocha tripartita* Schum., Schriften der Physik.-Oekon. Ges. zu Königsberg 1867, S. 67, Taf. I, Fig. 28; *Dictyocha fornix* Moebius, Comm. zur wiss. Unters. der deutschen Meere 1887, S. 122, Taf. VIII, Fig. 53—59; *Ebria fornix* (Moeb.) Borgert, l. c., S. 662.

Gehäuse planconvex, 31 μ lang und 24 μ breit, mit mehreren kleineren und zwei neben einander liegenden grossen Fenstern; letztere

sind durch einen geraden Kieselstab von einander getrennt. Einzelne Kieselstäbe sind zuweilen mit kleinen Stacheln besetzt. Weichkörper farblos oder schwach gelblich gefärbt, mit zahlreichen stark lichtbrechenden Körnchen und einem grossen bläschenförmigen Kern.

Verbreitung: Ostsee, Golf von Neapel.

Diese Art scheint sehr variabel zu sein; ich habe aber leider nur wenige Kieselskelette untersuchen können, vermag daher über die Grösse der Variation keine Angaben zu liefern.

## Zweifelhafte Arten.

### Gattung Actiniscus Ehrenb.

Wozu die von EHRENBERG als *Actiniscus* beschriebenen Skelettformen gehören, lässt sich nach den kurzen Beschreibungen derselben nicht ohne Weiteres entscheiden. FR. SCHÜTT hat neuerdings gezeigt, dass *Actiniscus pentasterias* Ehrenb. das innere Skelett einer Peridinee ist, welche er *Gymnaster pentasterias* (Ehrenb.) Schütt nennt. Ob auch die übrigen *Actiniscus*-Formen zu den Peridineen zu rechnen sind, müssen weitere Untersuchungen entscheiden.

1. *A. tetrasterias* Ehrenb., Monatsber. 1844, S. 76; Mikrogeol., Tafel XVIII, Fig. 62.
2. *A. pentasterias* Ehrenb., l. c., S. 69; Mikrogeol., Taf. XVIII, Fig. 61, Taf. XIX, Fig. 45, Taf. XX, Fig. 47.
3. *A. quinarius* Ehrenb., l. c., S. 76; Mikrogeol., Taf. XIX, Fig. 46.
4. *A. elegans* Ehrenb., l. c., S. 80; Mikrogeol., Taf. XXII, Fig. 51.
5. *A. discus* Ehrenb., l. c., S. 75; Mikrogeol., Taf. XXI, Fig. 49.
6. *A. rota* Ehrenb., l. c., S 76; Mikrogeol., Taf. XXI, Fig. 50.
7. *A. lancearius* Ehrenb., l. c., S. 199.
8. *A. Sirius* Ehrenb., Monatsber. 1840, S. 70; Mikrogeol., Taf. XVIII. Fig. 59—60.
9. *A. stella* Ehrenb., Mikrogeol., Taf. XIX, Fig. 47, Taf. XX, Fig. 47, Taf. XXI, Fig. 48, Taf. XXII, Fig. 52.
10. *A. sexfurcatus* Ehrenb., Monatsber. 1854, S. 237.
11. *A. biseptenarius* Ehrenb., l. c., S. 237.
12. *A. bioctonarius* Ehrenb., l. c., S. 237.

### Gattung Mesocena Ehrenb.

1. *M. spongolithis* Ehrenb., Monatsber. 1844, S. 204.
2. *M. stephanolithis* Ehrenb. (nomen nudum).
3. *M. octoradiata* Ehrenb. (nomen nudum).

### Gattung Dictyocha Ehrenb.

1. *D. borealis* Ehrenb. (nomen nudum).
2. *D. cenostephania* Ehrenb. (nomen nudum).
3. *D. compos* Ehrenb. (nomen nudum).

4. *D. coronata* Ehrenb. (nomen nudum).
5. *D. socialis* Ehrenb. (nomen nudum).
6. *D. specillum* Ehrenb. (nomen nudum).
7. *D. splendens* Ehrenb. Verbr. und Einfluss des mikr. Lebens in Nord- und Südamerika, S. 124, Taf. III, Fig. VII, 35.
8. *D. biternaria* Ehrenb., Monatsber. 1844, S. 201.
9. *D. anacantha* Ehrenb., Monatsber. 1854, S. 238
10. *D. ubera* Ehrenb., Monatsber. 1844, S. 80.
11. *D. Erebi* Ehrenb., Monatsber. 1854, S. 238.
12. *D. trifenestrata* Ehrenb., Monatsber. 1841, S. 410; Mikrogeol., Taf. XIX, Fig. 38; KÜTZING, Bacill., Taf. 28, Fig. 20*a*.
13. *D. abyssorum* Ehrenb., Monatsber. 1854, S. 238.
14. *D. tripyla* Ehrenb., Monatsber. 1844, S. 80.
15. *D. elegans* Ehrenb. = *Actiniscus elegans* Ehrenb.
16. *D. abnormis* Ehrenb., Monatsber. 1845, S. 76; Mikrogeol., Tafel XXXV A, No. XVI, Fig. 4, No. XVII, Fig 9.
17. *D. haliomma* Ehrenb., Monatsber. 1844; Mikrogeol., Taf. XXI, Fig. 46.
18. *D. Sirius* Ehrenb. = *Actiniscus Sirius* Ehrenb.
19. *D. asteroides* Haeckel, Report l. c., S. 1564
20. *D. pentasterias* Haeckel = *Actiniscus pentasterias* Ehrenb.
21. *D. quinaria* Ehrenb. = *Actiniscus quinaria* Ehrenb.
22. *D. tenella* Ehrenb., Monatsber. 1841, Taf. II, Fig. 11.
23. *D. stella* Ehrenb. = *Actiniscus stella* Ehrenb.
24. *D. fibula* var. *pentagonalis* Auriv., Kongl. Sv. Vet.-Akad. Handl., Bd. 30, S. 53, Fig. 15.

---

## Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren sind mit Hülfe des kleinen SEIBERT'schen Zeichenapparates nach einem SEIBERT'schen Mikroskope entworfen.

### Tafel X.

Fig. 1—2. *Mesocena crenulata* var. *diodon* (Ehrenb.) nob. Vergr. 450.
„ 3—4. *M. polymorpha* nob. var. *triangula* (Ehrenb.) nob. Vergr. 450.
„ 5—7. *M. polymorpha* nob. var. *quadrangula* (Ehrenb.) nob. Vergr. 305.
„ 8. *M. polymorpha* nob. var. *pentagona* (Haeckel) nob. Vergr. 450.
„ 9. *M. circulus* var. *apiculata* nob. Vergr. 450.
„ 10. Theil des Basalringes von *M. circulus* var. *apiculata* nob., von der Seite gesehen. Vergr. 750.
„ 11—13. *Dictyocha navicula* Ehrenb. Fig. 11 Vergr. 450; Fig. 12—13 Vergr. 305.
„ 14—15. *D. navicula* var. *biapiculata* nob. Vergr. 450.
„ 16—17. *D. triacantha* var. *hastata* nob. Vergr. 450.
„ 18. *D. triacantha* Ehrenb. Vergr. 450.
„ 19—20. *D. triacantha* var. *apiculata* nob. Vergr. 450.
„ 21. *D. triacantha* var. *inermis* nob. Vergr. 450.
„ 22—23. *D. staurodon* Ehrenb. Vergr. 450.

Fig. 24. *D. fibula* Ehrenb. Vergr. 450.
„ 25. *D. fibula* var. *stapedia* forma *longispina* nob. Vergr. 750.
„ 26. *D. fibula* var. *longispina* nob. Vergr. 450.
„ 27—28. *D. fibula* var. *aspera* nob. Vergr. 450.

Tafel XI.

Fig. 1—2. *D. fibula* var. *aculeata* nob. Vergr. 450.
„ 3. *D. fibula* var. *rhombus* (Haeckel) nob. Vergr. 450.
„ 4—5. *D. Schauinslandii* nob. Vergr. 450.
„ 6—7. *D. crux* (Ehrenb.) Haeckel. Vergr. 450.
„ 8—10. *D. crux* var. *mesophthalmus* (Ehrenb.) nob. Vergr. 450.
„ 11. *Distephanus speculum* (Ehrenb.) Haeckel. Vergr. 450.
„ 12—13. *D. speculum* var. *regularis* nob. Fig. 12 Vergr. 750, Fig. 13 Vergr. 450.
„ 14. *D. speculum* var. *brevispinus* nob. Vergr. 450.
„ 15. *D. speculum* var. *septenarius* f. *regularis* nob. Vergr. 450.
„ 16. *D. speculum* var. *septenarius* (Ehrenb.) Joerg. forma. Vergr. 450.
„ 17. *D. speculum* var. *polyactis* (Ehrenb.) nob. Vergr. 450.
„ 18. *D. speculum* var. *octonarius* (Ehrenb.) Joerg. Vergr. 450.
„ 19. *D. speculum* var. *pentagonus* nob. Vergr. 750.
„ 20. *D. speculum* var. *pentagonus* forma *armata* nob. Vergr. 450.
„ 21. *Cannopilus hemisphaericus* Haeckel nob. Vergr. 450.
„ 22. *C. binoculus* (Ehrenb.) nob. Vergr. 450.
„ 23. *Distephanus speculum* var. *aculeatus* (Ehrenb.) nob. Vergr. 450.
„ 24. *Cannopilus calyptra* var. *spinosa* nob. Vergr. 750.
„ 25. *C. triommata* (Ehrenb.) nob. Vergr. 750.
„ 26. *C. Haeckelii* nob. Vergr. 750.

---

## 30. F. Heydrich: Eine neue Kalkalge von Kaiser-Wilhelmsland.

Eingegangen am 22. April 1901.

### Lithophyllum cephaloides sp. nov.

Thallus anfangs mit einer 1 *mm* dicken Kruste besonders die Spitzen der Korallen sehr fest rundum überziehend. Die anfängliche Grösse dieser Basalkruste richtet sich vollkommen nach dem Substrat: ist dasselbe klein und kugelig, so wird auch ein kleiner, kugelförmiger Thallus sich bilden; ist dagegen das Substrat flach und ausgedehnt, so entsteht ein grosses Exemplar, welches aber schliesslich doch kugelförmig sich ausbildet.

Der Rand der Basalkruste ist bis auf $^1/_4$ *mm* verdünnt. Auf dieser Kruste wachsen anfänglich in Abständen von etwa 1 *mm* warzenförmige, rundliche Erhebungen, die 2—3 *mm* dick und 2—4 *mm*

lang sind. Sobald die Pflanze sich nun weiter entwickelt, bilden sich auf der Spitze dieser Erhebungen wiederum 2—3 kugelige oder warzenförmige Verbreiterungen von 3 *mm* Dicke und Breite, wodurch die Aeste dicht an einander zu stehen kommen; der ursprüngliche Abstand von 1 *mm* verschwindet, und so entsteht nach und nach eine neue, dicht geschlossene Kugel, bis 10 *cm* im Durchmesser haltend.

Die Erhebungen entwickeln sich auf zwei leicht zu unterscheidende Weisen, wodurch ebenso viele gut getrennte Formen entstehen.

**f. racemus f. nova.**

Diese Form besitzt rundliche Erhebungen von 3—5 *mm* Dicke und 3—5 *mm* Höhe. Die Spitze ist meist 1 *mm* breiter als die Basis dieser Erhebungen und mehr oder weniger abgeflacht: indessen kommen auch abgerundete Kuppen vor. Diese Zweige wachsen in den älteren Exemplaren dicht an einander, so dass eine harte und feste, faust- oder kopfgrosse Knolle entsteht.

Zerschlägt man ein etwa 6 *cm* im Durchmesser betragendes Exemplar, so findet man im Centrum als Kern ein Stück des Substrats und strahlenförmig ringsum in 3—8 Reihen die rundlichen Aeste, in subdichotomer Verzweigung dicht an einander gedrängt, so dass ein solches Exemplar den Eindruck eines mit recht dicht gestellten Zweigen versehenen *Lithophyllum racemus* oder eines kugelförmigen *Sporolithon ptychoides* Heydr. macht. (Vergl. die Abbildung in HEYDRICH, Corallinaceae, Taf. III, Fig. 15.)

**f. mollis f. nova.**

Die Verzweigungen dieser Form erinnern ungemein an *Sporolithon molle* Heydrich, wie es unter dem Namen *Sporolithon ptychoides* f. *mollis* Heydr. Corallinaceae in Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft 1897, Taf. III, Fig. 16 abgebildet wurde. Die Verzweigungen dieser Form sind 3—5 *mm* dick und 3—7 *mm* hoch, also etwas länger als die der vorhergehenden, mit sich verjüngender Kuppe. Die obersten Spitzen und Kuppen der Verzweigungen bleiben meist frei und wachsen nicht so dicht an einander, wie bei f. *racemus*, wodurch häufig Hohlräume im Innern der mehr oder weniger ungleichen Kugel entstehen.

Hierdurch kommt es vor, dass die grösseren Exemplare aus einander brechen und dann den Eindruck eines mehr einseitigen als radiären Verzweigungssystems hervorrufen. Indessen beruht dieses Verhalten auf rein äusserlichen Umständen, denn auch hier bildet die Hauptregel der Grundsatz, dass aus einer Spore nur ein Individuum hervorgeht.

## Zellen.

Die unteren und mittleren Zellen sind ziemlich regelmässig 8 $\mu$ dick und 24 $\mu$ lang, die oberen rundlichen haben etwa 8 $\mu$ im Durchmesser. Eine eigentliche Basalschicht ist nicht vorhanden, vielmehr zeigen die Zellreihen des ganzen Thallus mehr gerade Reihen, die weder an der Basis, noch an der Oberfläche gebogen sind. Eine coaxiläre Basalschicht existirt mithin nicht.

Die flache Cuticulazelle sowie die unmittelbar darunter liegende enthält ein fast central gestelltes, rundliches Chromatophor. In den mittleren und unteren Zellen theilt sich dieses immer mehr, so dass schliesslich 10—15 kleine, rundliche Körnchen als Chromatophoren in jeder Zelle auftreten.

## Früchte.

Von Früchten war Gelegenheit geboten, Tetrasporangien und Cystocarpien zu beobachten.

## Tetrasporangien.

Die Tetrasporangien liegen in flach gewölbten Conceptakeln (mit einem Porus) von 240 $\mu$ Durchmesser und 80 $\mu$ Höhe. Die Basis liegt während der ersten Entwickelung vollständig mit der Cuticula in einer Ebene. Erst nach und nach werden die Conceptakel in den Thallus versenkt; indessen kaum die Hälfte erleiden dieses Schicksal: die meisten verlieren ihre Decke und fallen so der Zerstörung anheim, kleine Vertiefungen auf der Oberfläche des Thallus zurücklassend.

An dieser Pflanze sieht man so recht deutlich, dass die Bezeichnung „Innatae“ oder „Evanidae“ des FOSLIE'schen Systems nicht mit der gewünschten Sicherheit verwerthet werden kann. Betrachtet man vom Standpunkt dieser Ausdrücke die in Rede stehende Alge, so entsteht anfangs eine „Evanida“, die sich später theilweise zur „Innata“ ausbildet.

Die Basis des Conceptakels bildet zuerst eine gerade Linie, später aber wölbt sie sich ziemlich hoch, wie diejenige von *Hyperantherella incrustans* (= *Lithophyllum incrustans*) empor. Die centralen und steril bleibenden Fäden dieser Basis erreichen aber nicht mehr den Porus.

Die Tetrasporangien selbst sind oval, 70 $\mu$ lang und 30 $\mu$ dick und viertheilig.

## Cystocarpien.

Die weiblichen Anlagen dieser Pflanze, welche etwa dieselbe Grösse besitzen, wie die der Tetrasporen, habe ich nur bei der forma *mollis* zu beobachten Gelegenheit gehabt. Ob sie ausschliesslich

hierauf beschränkt sind, konnte mit Sicherheit nicht entschieden werden. Sie nehmen meist zerstreut die Seitenflächen der Erhebungen ein, weniger die Spitzen. Anfangs liegt die junge Fruchtanlage auf gleichem Niveau mit der Cuticula, so dass die Decke ein Wenig über letztere hinausragt, später aber wird sie flach becher- oder tellerförmig so versenkt, dass rings um den erhobenen Porus eine kleine Vertiefung (Graben) entsteht. Die ganze Anlage hat in ihrer äusseren Form und im Aufbau ungemein viel Aehnlichkeit mit der Cystocarphöhle von *Eleutherospora polymorpha* (wie in HEYDRICH, Die Lithothamnien von Helgoland, Taf. II, Fig. 12 abgebildet), nur mit dem Unterschiede, dass bei der tropischen Alge das Ostiolum bedeutend höher emporgehoben wird.

Die Conceptakelbasis ist scharf gewölbt oder erhöht. Der Gonimoblast, der etwa 800—100 $\mu$ lang und 30—40 $\mu$ breit erscheint, ist zweitheilig, entwickelt also auch nur zwei Sporen.

Der Keimprocess der Spore ist derselbe, wie bei *Eleutherospora polymorpha* Heydrich in Lithothamnien von Helgoland, Seite 73, Taf. II, Fig. 13.

## Unterschiede von anderen Species.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die äussere Aehnlichkeit mit *Stichospora racemus* (Lam.) Heydr. = *Stichospora crassa* (Phil.) Heydr. = *Lithophyllum racemus* (Lam.) Fosl. = *Lithophyllum crassum* (Phil.) Heydr. eine ausserordentliche genannt werden kann, und besonders sind es die älteren Exemplare dieser Alge mit dicht zusammengewachsenen Aestchen, die zum Verwechseln ähnlich erscheinen. Indessen besitzt die Mittelmeer-Alge in den nur auf der Kuppe befindlichen und viel tiefer liegenden Conceptakeln, den dickeren und meist weiter stehenden und nicht so fest an einander gewachsenen Aesten eine sichere Begrenzung.

Ich habe bereits an anderer Stelle diese eigenthümliche Vermehrung von *Stichospora racemus* hervorgehoben, möchte aber hier wiederholen, dass der untere Theil dieser Aeste stets dünner bleibt und in Folge dessen aussergewöhnlich leicht zum Abbrechen neigt. Diesen abgebrochenen Zweigen wohnt aber eine grosse Lebensfähigkeit inne, denn diese erst bringen Befruchtungsorgane zum Vorschein, was bei den meisten anderen ägagropilen Species nicht der Fall ist. Im Allgemeinen entstehen hier aus einer Spore durch nachherige Theilung viele Individuen, dagegen von der Tami-Pflanze aus einer Spore nur ein Exemplar.

Schliesslich ist noch ein vielleicht etwas fernliegender Unterschied zu erwähnen, der in der auffallend schwierigen Schnittfährigkeit von *Lithophyllum racemus* gegenüber der ausserordentlich leichten

der Tami-Alge besteht. Wie oft ist mit Nachdruck von verschiedenen Seiten auf das festere oder lockere Anhaften der Meeresalgen am Papier hingewiesen worden! Weshalb sollte man nicht auch den geringeren oder grösseren Widerstand, welchen die entkalkten Algen dem Schnitt entgegensetzen, als Unterscheidungsmerkmal heranziehen?

Von *Lithophyllum hyperellum* Foslie, New or Critical Calcarous Algae 1899, S. 27 werden die Verzweigungen vom Autor nur als 0,5—0,1 *mm* dick bezeichnet; sie sind also dünner als bei der vorliegenden Alge. Die Conceptakel sind nicht genau bezeichnet, noch weniger werden Zellenmasse angegeben.

*Lithophyllum Kaiserii*, *Lithophyllum oblimans*, *Lithophyllum pliocaenum* und *Lithophyllum Trabuccoi* Fosl. sollen nach FOSLIE Aehnlichkeit mit *Lithophyllum racemus* besitzen. Die ersteren beiden Arten sind genügend gekennzeichnet, die letzteren sind fossil.

Von *Lithophyllum affine* Fosl. ist nicht zu erkennen. wie hoch die Verzweigung ist, noch weniger kommen bei *Lithophyllum cephaloides* ähnliche Erscheinungen, wie bei der Form *complanata* vor. Die Conceptakel sollen auch denen von *Lithophyllum crassum* mehr gleichen. Zellenverhältnisse sind nicht angegeben.

Einen Vergleich mit *Lithophyllum Andrussowii* anzustellen ist wohl nach der Beschreibung FOSLIE's nicht nöthig, da Verzweigung und Conceptakel andere sind. Es muss nur deshalb auf obige Species hingewiesen werden, weil der Autor von ihr erklärt, dass sie *Lithophyllum racemus* ähnlich sei.

Wenn ich noch *Lithophyllum proboscideum* Foslie erwähne, so geschieht dies gleichfalls nur, weil dieses am meisten Annäherung an *Lithophyllum crassum* zeigen soll.

Weiter wäre noch *Lithophyllum pallescens* Foslie anzuführen. Der Hauptunterschied zwischen dieser und der Tami-Alge liegt im Habitus. Der Autor wiederholt ausdrücklich „fronde subglobosa" und „the plant forms subspherical balls". Noch weniger können die Worte „branched — or now and then slightly compressed" etc. zu einem Vergleich berechtigen.

*Lithothamnion ponderosum* Foslie = *Goniolithon ponderosum* Foslie zeigt geringe Annäherung, jedoch wird diese Species vom Autor in seiner letzten Liste wieder aufgegeben, wie dies so vielfach geschieht, eine Thatsache, die leider die Bestimmung sehr erschwert.

Ob *Lithothamnion retusum* Foslie = *Goniolithon retusum* Fosl. = *Lithophyllum retusum* Fosl. eine sichere Species ist, vermag ich nach der kurzen Beschreibung nicht zu beurtheilen. Sie kann also nicht in Betracht kommen.

Dieselbe Unsicherheit in der Beschreibung herrscht bei *Lithothamnion grumosum* Fosl. = *Lithophyllum grumosum* Fosl., welches

besonders mit jüngeren Exemplaren der Tami-Alge Vergleiche zulässt. Da aber eine weitere Beobachtung über den Habitus nicht vorliegt und die Structur nicht erwähnt ist, so scheidet diese Species gleichfalls im vorliegenden Falle aus.

In „New or Critical Lithothamnia" S. 3 bestimmt FOSLIE nach dem Habitus eine Pflanze aus Californien als *Lithothamnion crassum* Phil. Ob irgend welche Verbindungen mit der Tami-Alge vorliegen, kann nicht beurtheilt werden; nach dem Habitus könnte man es wohl annehmen. Nach dem jetzigen Stand der Corallinaceen-Gruppe ist es jedoch unmöglich, eine Pflanze lediglich nach dem Habitus zu beurtheilen.

Aus dieser Aufzählung erkennt man, dass die genannten Species in gewisser Weise eine Annäherung an *Lithophyllum racemus* und mithin auch an *Lithophyllum cephaloides* aufweisen. Will man daher die Unsicherheit der Bestimmung nicht noch vergrössern, so muss man die Diagnose so genau und ausführlich wie möglich aufstellen. Andernfalls würde ein anderer Autor gezwungen sein, solche Bestimmungen unberücksichtigt zu lassen. Weiter ersieht man daraus, dass nach den unbestimmten Kennzeichen, die bisher für verschiedene Species angegeben sind, die vorliegende Alge von den Tami-Inseln zu mehreren dieser Species eingereiht werden könnte; aber dies würde die Unsicherheit nur noch erhöhen und zu keinem Resultat führen.

## Vorkommen.

Die vorliegende Pflanze wurde vom Missionar BAMLER auf den Tami-Inseln im Hûon-Golf bei Kaiser-Wilhelmsland (Neu-Guinea) im August 1898 gesammelt. Sie soll weite, flache Uferstrecken mit Tausenden von Exemplaren bedecken. Ob es dieselbe Pflanze ist, die von Frau WEBER VAN BOSSE auf den beiden vortrefflichen Tafeln 18 und 19 ihrer jüngsten Arbeit „Études sur les algues de l'archipel malaisien" in Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg 1901 abgebildet wurde, konnte nicht festgestellt werden, da eine Beschreibung in jener Arbeit bisher nicht gegeben wurde.

*Lithophyllum cephaloides* kommt zusammen mit *Lithophyllum Tamiense*, *Bamleri* und besonders *Lithophyllum oncodes* vor.

# 31. K. Giesenhagen: Ueber innere Vorgänge bei der geotropischen Krümmung der Wurzeln von Chara.

Mit Tafel XII.

Eingegangen am 24. April 1901.

In der letzten Zeit sind zwei bedeutsame Arbeiten erschienen, welche sich mit dem Mechanismus geotropischer Reizkrümmungen beschäftigen. HABERLANDT[1]) wies in einer Studie über die Perception des geotropischen Reizes nach, dass bei höheren Pflanzen in den negativ geotropischen Organen in erster Linie die Stärkescheide mit ihren grossen und leicht beweglichen Stärkekörnern als das früher von NOLL[2]) auf Grund theoretischer Erwägungen postulirte otocystenähnliche Perceptionsorgan für den Schwerkraftreiz zu betrachten sei. NĚMEC[3]) sucht dar zu thun, dass die Schwerkraft als Druck specifisch schwerer Körperchen auf ein sensibeles Protoplasma percipirt wird. Beide Autoren beschränken ihre Ansicht auf die von ihnen untersuchten und die ihnen ähnlichen höheren Pflanzen und lehnen die Ausdehnung ihrer allgemeinen Schlüsse auf einzellige stärkefreie Organe ab. HABERLANDT sagt am Schluss seiner Arbeit: Wie bei stärkelosen einzelligen Organen, die geotropisch krümmungsfähig sind, die Reizperception erfolgt, müssen zukünftige Untersuchungen lehren. An Stelle der Stärke können hier andere Körnchen, „Mikrosomen“, die specifisch schwerer sind als das Plasma, die Reizung der Hautschicht bewirken.

In Hinblick auf diesen Satz scheint es mir nicht uninteressant, auf gewisse Vorkommnisse bei den Wurzeln der Characeen hinzuweisen, die mir die Ansicht HABERLANDT's wenigstens für diese Organe im ganzen Umfange zu bestätigen scheinen. Die thatsächliche Grundlage für meine Mittheilungen bieten Versuche, welche ich bereits in den Jahren 1891 und 1892 anstellte. Da ich mit den Veröffentlichungen meiner Untersuchungen über die Morphologie der Characeen erst zum Abschluss kommen wollte, blieben diese, wie manche andere experimentelle Untersuchungen, vor der Hand ohne Abschluss liegen. Aeussere Umstände haben mich veranlasst, meine Characeenstudien vorerst überhaupt abzubrechen. Da ich nun, durch andere Arbeiten vollauf in Anspruch genommen, in der nächsten Zeit

1) Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1900, S. 261.
2) Jahrb. für wiss. Botanik. XXXVI, Heft 1.
3) Heterogene Induction. Leipzig 1892.

keine Gelegenheit finden kann, diese Arbeiten wieder aufzunehmen, so will ich wenigstens hier die von mir angewendete Untersuchungsmethode und die in meinen Zeichnungen und Notizen niedergelegten vorläufigen Resultate mittheilen, um anderen, welche, freier als ich, mehr Zeit auf solche Arbeiten verwenden können, auf dieses sehr günstige Untersuchungsobject aufmerksam zu machen.

Ich benutzte bei meinen Versuchen verschiedene *Chara*-Arten, besonders *Chara fragilis* und *foetida*, und wegen der bequemen Erzielung junger Pflanzen zu jeder Jahreszeit *Chara aspera*. Ueber die Art, wie ich die Objecte für die directe Beobachtung mit dem Mikroskop cultivirte, habe ich in meiner ersten Characeenarbeit[1]) bereits die nöthigen Angaben gemacht, so dass ich mich hier auf das an der angegebenen Stelle Gesagte beziehen kann. Um junge, für die Beobachtung geeignete Wurzelhaare zu erzielen, legte ich den in Cultur zu nehmenden Sprossknoten resp. das Wurzelknöllchen dem einen Rande des grossen Deckglases genähert, umschloss das letztere in der l. c. angegebenen Weise mit Paraffin und stellte die so beschickten Objectträger in einen mit Einschnitten versehenen Holzklotz senkrecht auf. Nach kurzer Zeit, spätestens nach einigen Tagen, sind die ersten Spitzen der Haarwurzeln sichtbar. Sie streben von Anfang an der Richtung senkrecht abwärts zu und behalten die erlangte Richtung bei, wenn nicht eine Lagenänderung des Objectträgers sie zu geotropischen Krümmungen zwingt. Dreht man den Objectträger bei senkrecht bleibender Fläche in dem Halter um 90°, so dass also die gebildeten Wurzelspitzen horizontal gerichtet werden, so treten sogleich und zwar in allen Wurzelspitzen gleichmässig Wachsthumskrümmungen ein, welche schon nach Verlauf einer Stunde eine positiv geotropische Aenderung der Wachsthumsrichtung deutlich wahrnehmen lassen. Um die Vorgänge, die sich bei dieser Reizkrümmung an und in den Wurzeln wahrnehmen lassen, continuirlich beobachten und zeichnen zu können, benutzte ich eine ähnliche Vorrichtung, wie ich sie für die Beobachtung wachsender Sprossspitzen in der oben citirten Arbeit S. 401 beschrieben habe. Auf dem drehbaren, genau centrirten Objecttisch eines grösseren SEIBERT'schen Mikroskopes wird ein Präparat mit lebenden jungen Haarwurzeln eingestellt und mit Klemmen befestigt. Nun wird das Mikroskop umgelegt, so dass der Tubus horizontal, die Tischfläche mit dem Object genau senkrecht steht. Sodann wird statt des Oculars ein OBERHÄUSER'sches Zeichenprisma eingesetzt, so dass das Rohr, welches die Ocularlinsen und das kleine Ocularprisma trägt, wagerecht steht. Man braucht dann nur das kleine Ocularprisma mit seiner Fassung nach Lösung der haltenden Schraube um die Achse des tragenden

1) Flora 1896, S. 400.

Rohres zu drehen, so dass man senkrecht abwärts blickend in dem Prisma das mikroskopische Bild und darunter das Zeichenpapier auf der Tischfläche neben dem Mikroskop sieht. Will man die Reizkrümmung auslösen, so braucht man nur den drehbaren Objecttisch um den gewünschten Winkel zu drehen, wobei ja, wenn der Tisch gut centrirt war, das Object nicht aus dem Gesichtsfeld verschwindet. Ich habe bei dieser Versuchsanstellung zahlreiche Haarwurzeln direct beobachtet und konnte dabei das System 4 und 5 von SEIBERT anwenden, so dass ich Zeichnungen bis zu 260facher Vergrösserung bekam.

Indem ich halbstündlich Zeichnungen von der jeweiligen Gestalt und Lage der fortwachsenden Wurzelspitze herstellte, bekam ich Bilder, wie sie die Figuren 1 und 4 der Tafel wiedergeben. Ich muss dabei bemerken, dass nicht jede Beobachtungsreihe eine ebenso gute Darstellung ergab, als die hier gezeichneten. Wenn nämlich die Wurzelhaare mit dem Objectträger oder dem Deckglas in Berührung traten, so wurde dadurch eine freie Verschiebung der fortwachsenden Spitze verhindert. Es tritt in solchen Fällen eine Umlagerung der älteren, nicht mehr wachsenden Wurzeltheile ein, so dass sich bei der nächsten Beobachtung und Zeichnung die Bilder der älteren Wurzeltheile nicht mehr decken. Die Wurzeln, bei denen das eintrat, mussten also schon aus diesem Grunde von der continuirlichen Beobachtung ausgeschlossen werden. Wo aber die Deckung der älteren Theile der Wurzel mit den älteren Zeichnungen auf dem natürlich fest gesteckten Zeichenpapier constant erhalten blieb, da war auch die Gewähr gegeben, dass die Formänderung der wachsenden Wurzelspitze nicht durch die Berührung mit dem Glase beeinflusst sei. Selbstverständlich verschwindet bei der Anwendung stärkerer Vergrösserung die schnell wachsende Wurzelspitze rasch aus dem Gesichtsfelde. Ich habe, um trotzdem ununterbrochene Beobachtungen und Zeichnungen zu bekommen, jedesmal wenn eine Verschiebung nöthig wurde, zunächst genau gezeichnet und dann das Object mit Hülfe der Stellschrauben des drehbaren Tisches parallel verschoben, so dass die Lage der Spitze zur Erdachse nicht geändert wurde. Darauf wurde das Zeichenpapier genau ebenso parallel verschoben, bis sich im Prisma des Zeichenapparates die Wurzelspitze mit der letzten Zeichnung genau deckte. Der Vorgang erfordert kaum eine Minute Zeit, so dass also die Continuität der Beobachtung dadurch nicht gestört erscheint.

Ich will zunächst wegen der dabei vorhandenen einfacheren Verhältnisse die Figuren 4*a* und *b* der Tafel besprechen. Beide Abbildungen zeigen dasselbe Object. In Fig. 4a ist das Wurzelhaar in senkrechter Stellung. Um 11 Uhr Vormittags am 15. April 1891 wurde der Versuch begonnen, der Zuwachs wurde halbstündlich be-

obachtet und gezeichnet. Die erste halbe Stunde zeigt einen auffällig geringeren Zuwachs als die folgenden, was mehr auf die Einwirkung der Erschütterungen bei der Anbringung des Objectes am Mikroskop zurückzuführen sein mag. Ich habe bei späteren Versuchen, um diesen Einfluss auszuschliessen, immer erst einige Zeit nach der Einstellung verstreichen lassen, bevor ich mit der continuirlichen Beobachtung und Aufzeichnung begann. Der Zuwachs in der Zeit von $11^1/_2$ Uhr ab war also einigermassen gleich in gleichen Zeitabschnitten. In der Mittagsstunde von 1 bis 2 Uhr fiel die halbstündliche Beobachtung einmal aus. Die kleinen Längenunterschiede, welche bei genauer Messung in den einzelnen halbstündlichen Zuwachsabschnitten wahrnehmbar sind, erklären sich der Hauptsache nach durch die Ungenauigkeit der Zeichnung; ich habe selbstverständlich jede nachträgliche Correctur unterlassen. Immerhin sind die Differenzen so gering, dass sie das allgemeine Resultat nicht verdunkeln. Um 2 Uhr Nachmittags wurde das Object mit dem Tisch des Mikroskopes in der Verticalebene um 90° gedreht. Die nunmehr wagerecht liegende Wurzelspitze wurde gleich wieder auf einem befestigten Stück Papier gezeichnet. Die halbstündlich ausgeführten Zeichnungen lieferten nun das in Fig. 4*b* gegebene Bild. Zunächst zeigt dasselbe, dass bei den Wurzelhaaren von *Chara* nur die Spitze und der zunächst hinter ihr liegende Wurzelabschnitt beim Längenwachsthum des Organes betheiligt sind. Die älteren Wurzeltheile verlängern sich nicht mehr, sonst müssten die Bilder der fortwachsenden Spitze gegen einander seitlich verschoben sein. Ferner ergiebt sich, dass der Zuwachs bei der Lagenänderung zurückgeht und erst allmählich, nach drei bis vier Stunden, seine ursprüngliche Grösse erreicht. Dass es sich dabei nicht um eine durch die Bewegung des Drehens hervorgerufene Störung handeln kann, ergiebt sich aus der langen Wirkung des retardirenden Einflusses im Vergleich mit der durch die Erschütterung des Objectes bei der Versuchsanstellung erklärten, bloss in der ersten halben Stunde bemerkbaren Wachsthumsverringerung zwischen 11 und $11^1/_2$ Uhr. Was endlich den Verlauf der Krümmungsbewegung anbetrifft, so macht sich der Einfluss des Reizes bereits nach der ersten halben Stunde bemerkbar, er tritt allmählich deutlicher hervor und führt endlich nach Verlauf mehrerer Stunden zu einer bogenförmigen Krümmung der Wurzel, so dass die Spitze die senkrechte Lage wieder einnimmt. Ueber die Nachwirkungserscheinungen, das Hin- und Herpendeln und die definitive Gleichgewichtslage des geotropischen Organes sind meine Versuche nicht zum Abschluss gelangt. Der Verlauf der Curve entspricht niemals einem Kreisbogen, sondern der Krümmungsradius wechselt in der Weise, dass die der horizontalen Lage am nächsten stehenden Zuwachszonen am stärksten gekrümmt erscheinen. Es

wird dadurch der Anschein erweckt, als ob die Intensität der Reizwirkung abnimmt, je mehr sich das Organ seiner definitiven Ruhelage nähert. Ueber die Frage, ob eine solche Abnahme der Reizintensität wirklich die veränderte Curvenführung mit veranlasst, sind meine Untersuchungen ohne Abschluss geblieben. Jedenfalls wird die Aenderung des Krümmungsradius in der Curve zum Theil dadurch bedingt, dass die Zuwachsgrösse der Wurzel gegen das Ende des Versuches hin allmählich zunimmt.

Die Figur 1 der Tafel giebt die Darstellung eines zweiten ähnlichen Versuches, den ich am 26. April 1892 unternahm. Ein Wurzelhaar wurde zunächst in senkrechter Stellung auf seine normale Zuwachsgrösse geprüft. Die Figur 1*a* stellt die Zeichnung des halbstündigen Zuwachses bei 260facher Vergrösserung dar. 9 Uhr morgens wurde das Object mit dem drehbaren Tisch in der Verticalebene um 180° gedreht. Die Wurzelspitze zeigte also nun nach oben. Nunmehr wurde wieder halbstündlich beobachtet und gezeichnet. Die Umstände zwangen mich, zwischen $10^1/_2$ und $11^1/_2$ Uhr und zwischen 1 und 2 Uhr je eine Beobachtung ausfallen zu lassen. Im Uebrigen konnte ich den Versuch bis Abends 7 Uhr ohne Unterbrechung fortführen. Die Temperatur, abgelesen an einem am Mikroskop befestigten Thermometer, schwankte während der Versuchsdauer zwischen 17° und 17,8° C. Auch bei diesem Versuch zeigt sich zunächst eine Abnahme der Zuwachsgrösse, die erst dann wieder einigermassen ausgeglichen wird, wenn die Wurzelspitze eine deutlich abwärts gerichtete Lage angenommen hat. Die Einleitung der Reizwirkung erfolgt hier nicht vom ersten Momente an, vielmehr vergehen Stunden, bevor eine Tendenz der seitlichen Abweichung von der senkrechten Richtung deutlich hervortritt. Dann aber biegt die Curve mit ziemlich kurzem Krümmungsradius um, und endlich geht die Wurzelspitze unter der durch die Zuwachsvergrösserung wesentlich beeinflussten Verflachung der Curve in die normale Lage über.

Es war mir bei meinen Untersuchungen über den Vorgang der geotropischen Krümmung der Wurzelhaare von *Chara* schon sehr früh aufgefallen, dass bestimmte innere Veränderungen die Wachsthumskrümmungen begleiten. Ich benutzte deshalb u. a. den soeben beschriebenen Versuch vom 26. Mai 1892, um auch über diese Vorgänge directe Aufzeichnungen zu machen.

Bevor ich auf die Schilderung dieser inneren Vorgänge eingehen kann, wird es nöthig sein, über den feineren Bau der Spitze der Wurzelhaare von *Chara* kurz einige Andeutungen zu machen. Die lang cylindrische, vorn abgerundete Endzelle der Wurzel von *Chara* wird zu ihrem grössten Theil von einer Vacuole erfüllt, um welche das farblose, körnchenführende Protoplasma lebhaft rotirt. Die Vacuole reicht aber normaler Weise niemals bis zur Spitze, sondern es findet

sich dort eine Strecke des Haares, deren Länge oft das Zehnfache des Querdurchmessers übersteigt, mit Protoplasma erfüllt, in welchem auch der Zellkern liegt. Auf diesem plasmaerfüllten Abschnitt sind alle wesentlichen Wachsthumsvorgänge beschränkt, in ihm treten auch die Zelltheilungen auf, die zur Gliederung der Wurzel und zur Entstehung der Wurzelknoten und Wurzelverzweigung führen.

Figur 2 der Tafel stellt die Spitze einer Wurzel dar, in welcher soeben nach voraufgegangener Karyokinese die erste S-förmige Theilungswand aufgetreten ist. Ich habe die Figur, welche bereits im Jahre 1891 gezeichnet wurde, hier reproducirt, hautsächlich, um mit derselben die Inhaltsbeschaffenheit des Wurzelendes zu demonstriren. In dem von Vacuolen freiem Plasma, welches unterhalb der neu entstandenen Wand die Wurzelspitze erfüllt, erkennt man zu oberst eine körnchenreiche Schicht, welche bis nahe an den von einem helleren Hof umgebenen Zellkern heranreicht. Der letztere selbst ist, abgesehen von dem sehr grossen Kernkörperchen sehr substanzarm. Unterhalb des Zellkerns folgt ein Protoplasma, in dem nur wenige geformte Bestandtheile zu erkennen sind. Nur ganz unten, unmittelbar hinter der Wurzelspitze, liegt in demselben eine Gruppe von kleinen glänzenden Körperchen, welche lebhaft umherwimmeln, ohne indess ihren Platz an der Spitze der Wurzel zu verlassen. Man hat, wie schon ZACHARIAS[1]) angiebt, bisweilen den Eindruck, als ob die Körnchen in einer Vacuole liegen: Eine deutliche Grenze zwischen dieser und dem Protoplasma tritt aber nirgends und niemals hervor. Ueber die Natur dieser Körnchen ist wenig Sicheres bekannt. ZACHARIAS[2]) hat für dieselben eine Reihe von Reactionen angegeben, ohne indess dadurch positive Aufschlüsse über die chemische Beschaffenheit dieser kleinen Glanzkörperchen erlangen zu können.

Dass die Glanzkörperchen schwerer sind als das sie zunächst umgebende Protoplasma, scheint mir aus dem Umstande hervorzugehen, dass sie sich in Wurzeln, welche in eine seitliche Lage gebracht worden sind, der Unterseite nähern. Es handelt sich aber bei dieser Lagenänderung nicht einfach um ein Herabsinken in einer passiven Vacuolenflüssigkeit, sondern man sieht deutlich, dass die einzelnen Körnchen, welche ihre gegenseitige Lage unausgesetzt ändern, in der Abwärtsbewegung aufgehalten werden, selbst rückläufige Bewegungen antreten. Vereinzelte Körnchen werden wohl gar vorübergehend der oberen Wand der Wurzel genähert oder rücken zeitweilig von der Spitze fast nach dem Innern. Das Endresultat der Bewegung ist aber, dass sich die Körnchen als Gruppe

1) Botan. Ztg. 1888, S. 52.

2) Jahrb. für wiss. Botanik, XX, S. 108, Anm.

der concav werdenden Wand nähern. Bei der aufwärts gerichteten Wurzel, deren Krümmungsvorgang in Fig. 1 der Tafel dargestellt worden ist, zeigte sich die Wirkung der Schwere zunächst darin, dass die Glanzkörperchen sich der Schwere folgend merklich von der Spitze entfernten, und zwar war dieses Zurückbleiben hinter der fortwachsenden Spitze schon nach wenigen Minuten deutlich bemerkbar. Ich habe, um die Bewegung der Glanzkörperchen verfolgen zu können, das folgende Verfahren eingeschlagen. Von Zeit zu Zeit, zwischen den Beobachtungen, die in der Figur 1*b* gezeichnet worden sind, wurde die Spitze der Wurzel auf einem besonderen Blatt gezeichnet und in derselben durch eine punktirte Linie der Bezirk abgegrenzt, innerhalb dessen sich die Glanzkörperchen befanden. War die Gruppe sehr gelockert, so wurden mehrere getrennte Umrisslinien gezeichnet. Auf diese Weise ist die Fig. 5 der Tafel entstanden. Die Zeit der Zeichnung ist bei jeder einzelnen Abbildung angegeben. Schon die erste Zeichnung, welche 8 Minuten nach der Inversstellung der Wurzel angefertigt wurde, zeigt die Glanzkörperchen weiter hinter der Spitze als in der normalen Lage, welche in Fig. 2 dargestellt ist Nach weiteren 10 Minuten sind sie noch mehr zurückgerückt, und die Rückwärtsbewegung geht, wie die von 10 zu 10 Minuten wiederholten Beobachtungen zeigen, zunächst noch weiter, bis sie gegen 10 Uhr ihr Maximum erreicht. Dabei ist nicht eigentlich die ganze Gruppe der Körnchen dem Zuge der Schwerkraft gefolgt, sondern einzelne Körnchen dringen besonders weit zurück, andere, die sich mehr zusammenhalten, nehmen gemeinsam eine mittlere Lage ein. Deutlich erkennt man aus den Zeichnungen, dass mit der Senkung zugleich eine Lockerung der Körnchengruppe stattfindet, und es werden aus der gelockerten Gruppe einzelne Körnchen selbst der Wirkung der Schwere entgegen wiederum der Wurzelspitze genähert, wie aus der Zeichnung von $10^1/_4$ Uhr hervorgeht. Erst nach Stunden zeigt sich in der Körnchengruppe das Bestreben, aus der unregelmässigen Vertheilung zur Ansammlung an der linken Wurzelseite überzugehen. Und zugleich werden auch äusserlich die ersten Anzeichen der beginnenden Wurzelkrümmung wahrnehmbar. Das Zusammenfallen dieser beiden Vorgänge ist aus den directen Beobachtungen eigentlich noch viel deutlicher zu entnehmen, als aus der Wiedergabe derselben durch die Zeichnung. So erwecken z. B. die Figuren von 10 Uhr 32 Min. und 11 Uhr 33 Min. den Anschein, als ob damals noch grössere Körnchenmengen der rechten Wurzelseite genähert waren, in Wirklichkeit aber waren dort nur vereinzelte Körner, welche nur durch die punktirte Linie der Zeichnung mit der die Hauptmenge der Körperchen umfassenden, der linken Wand genäherten Gruppe verbunden sind. Dasselbe gilt im beschränkteren Masse auch noch für die folgenden Figuren. Je weiter die Krümmung

fortschreitet, desto ausgesprochener wird auch die Rolle ersichtlich, welche die Glanzkörperchen bei dem Vorgang zu spielen haben.

Ich stehe heute nicht an, die von einer sensibelen Plasmamasse umhüllte Gruppe der Glanzkörperchen als ein der Perception des Schwerkraftreizes dienendes Organ anzusprechen. Ich habe derselben, ohne einen Prioritätsanspruch geltend machen zu können und zu wollen, eine solche Function auch schon in meinen, 1892 entstandenen Notizen zugewiesen, glaubte indessen damals, dass es sich hier um ein ganz vereinzeltes Vorkommen handele, welches höchstens in den mit Kryställchen versehenen Endvacuolen gewisser richtungsempfindlicher Desmidieen ein Analogon fände. Dass übrigens die normale Wachsthumsrichtung, welche die Zellen der Wurzel ohne experimentellen Eingriff einschlagen, direct von dem Vorhandensein und der Wirksamkeit dieses Organes abhängig ist, scheint mir unter zahlreichen anderen auch die Beobachtung zu erhärten, welche ich in der Fig. 3 der Tafel in einer Skizze wiedergegeben habe. Es ist, wie schon ZACHARIAS[1]) erfahren und klargestellt hat, nicht selten, dass die Spitzen der Wurzeln von *Chara* bei Aenderung der äusseren Bedingungen ihr Längenwachsthum gänzlich einstellen und sich abnorm verdicken. Häufig bildet sich dann an einer anderen Stelle im Verlauf der Wurzel eine Ausstülpung, die zu einer Fortsetzung der Wurzelzelle heranwächst und deren Spitze sich dann genau wie die ursprüngliche Spitze des Wurzelfadens verhält. Meist entsteht diese Ausstülpung ganz in der Nähe der abnorm gewordenen Wurzelspitze, und von Anfang an wandert das Plasma der Spitze mit der Gruppe der Glanzkörperchen in die neue Spitze hinein. In dem Falle aber, auf den sich die Fig. 3 der Tafel bezieht, wuchs statt der abnorm gewordenen Spitze an einem abnorm getheilten Wurzelfaden das entgegengesetzte Fadenende, welches mit der benachbarten Knotenzelle in Berührung stand, zu einer neuen Wurzelspitze aus, Zellkern und Protoplasmaansammlung wanderte allmählich an die neue Stelle des intensiven Wachsthums. Bei dieser Umlagerung wurden zunächst die Glanzkörperchen über die ganze Ausdehnung der Zelle zerstreut, und die neugebildete Wurzelspitze wuchs in der Richtung, die sie bei der Anlage zufällig empfangen hatte, geradeaus. Erst als in der Plasmaansammlung an ihrer Spitze Glanzkörperchen in grösserer Zahl auftraten, begann die Abwärtskrümmung, welche die Spitze allmählich in die normale Lage überführte. Die Zeichnung, in welcher die Strömungsrichtung des Plasmas durch Pfeile angedeutet ist, wurde für einen anderen Zweck angefertigt, es ist deshalb die Lage der Glanzkörperchen, deren Verhalten in den zugehörigen Notizen nur nebenbei erwähnt ist, nicht besonders bezeichnet worden.

1) Berichte der Deutschen Botan. Gesellschaft 1890, S. (56).

Die Configuration der Endzelle lässt aber ohne Weiteres erkennen, dass die Wachsthumsrichtung der neuen Wurzelspitze erst nachträglich erreicht worden ist.

## Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Wurzel von *Chara*. *a* Zuwachs bei normaler Stellung. *b* Zuwachs bei Inversstellung.
„ 2. Wurzel von *Chara*. Vertheilung der Inhaltsbestandtheile an der Wurzelspitze.
„ 3. Abnorm wachsende Endzelle einer Wurzel.
„ 4. Zuwachs der Wurzelspitze. *a* bei senkrechter Stellung, *b* in horizontaler Lage
„ 5. Vertheilung der Glanzkörperchen in der sich geotropisch krümmenden Wurzelspitze bei dem in Fig. 1 dargestellten Versuch.

# 32. R. Kolkwitz: Ueber die Athmung ruhender Samen.

Eingegangen am 24. April 1901.

Auf freundliche Veranlassung des Herrn Geh. Rath Prof. Dr. DELBRÜCK, Vorstehers des Instituts für Gährungsgewerbe und der Versuchsbrauerei in Berlin, begann ich vor längerer Zeit eine eingehende Untersuchung über die Athmung der trockenen Getreidekörner, wobei mir Gerste (*Hordeum distichum*) als Versuchsobject diente.

Die Hauptschwierigkeit dieser Untersuchungen lag in der Wahl einer geeigneten Methode, denn ein Schwanken im Feuchtigkeitsgehalt der hygroskopischen Körner während des Versuches hätte die Genauigkeit der Resultate ernstlich in Frage gestellt. Bei der grossen Zahl von Versuchen war es ausserdem nöthig, einen ebenso schnell wie sicher arbeitenden Apparat zu construiren, der zudem auch eine korrekte Messung kleiner $CO_2$-Mengen zuliess. Eine Abbildung desselben und eine genauere Beschreibung der Versuche unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Litteratur werde ich in dem Organ der oben genannten Anstalt veröffentlichen.

Die Gerstenkörner hatten in dem Zustande, wie ich sie aus dem Speicher erhielt, einen Feuchtigkeitsgehalt von ungefähr 15 pCt., der beim Liegen des Getreides in den trockenen Institutsräumen allmählich auf 10—11 pCt. sank. Die Athmung derartiger Körner war

sehr schwach, denn pro Kilogramm wurden in 24 Stunden nur $^1/_3$ bis $1\,^1/_2$ *mg* $CO_2$ ausgeschieden.

Sobald aber bei zweckentsprechender Befeuchtung der Wassergehalt der Körner weiter zunahm, stieg auch die Athmungsintensität schnell an, wobei der Feuchtigkeitsgrad von 15—16 pCt. einen kritischen Wendepunkt bezeichnete. Bei 20 pCt. war die Athmung schon viel stärker, als sie bei lufttrockenen Körnern durch Erhöhung der Temperatur überhaupt erreicht werden kann. Bei 33 pCt. Feuchtigkeit endlich wurden pro Kilogramm in 24 Stunden ca. 2000 *mg* $CO_2$ ausgegeben, und wenn man dabei noch die Temperatur steigert und den Sauerstoffgehalt der Athemluft erhöht, wird die Respiration noch weit (etwa zehnmal) stärker und erreicht somit eine erstaunliche Höhe. Dabei ist der Uebergang aus einem relativen Scheintod zu lebhaftester Athmung ein sehr schneller.

Zerschneidet man die Körner der Quere nach in zwei Hälften, so kann man sich überzeugen, dass der Theil, welcher den Embryo enthält, etwa dreimal stärker athmet, woraus man auch wohl auf eine verschiedene Lebenszähigkeit von Embryo und Endosperm wird schliessen können, so dass bei schlechter Behandlung der Körner der Embryo absterben, das Nährgewebe aber am Leben bleiben kann.

Zermahlt man ganze, trockene Körner grob in einer Kaffeemühle, so steigt dadurch die Athmung im Verhältniss von 2 : 3, wobei ich noch unentschieden lassen will, ob diese Steigerung auf Wundreiz oder erleichtertem Eindringen von Sauerstoff beruht.

Man kann nun die Zerkleinerung der trockenen Körner noch weiter treiben und sie zu einem groben Mehl zerschroten: die Athmungsthätigkeit hört dadurch nicht auf. Ja, die Zähigkeit dieser Körner geht so weit, dass man solches Mehl mehrere Stunden lang auf 100° C. erhitzen kann, ohne dass beim Wiederbefeuchten die Athmung ausbleibt. Dabei muss an die längst bekannte Thatsache erinnert werden, dass gut getrocknete Gerstenkörner ein Erhitzen auf 100° C. vielfach aushalten, ohne ihre Keimfähigkeit zu verlieren.

Solche zermahlenen Körner werden vielleicht in Zukunft ein kurzlebiges Athmungspulver liefern können, welches man mit Zuckerlösungen, Salzlösungen, alkalischen oder sauren Flüssigkeiten je nach dem beabsichtigten Zweck eines Versuches wird einweichen können.

Eben so wenig wie grosse Hitze vermag auch Uebergiessen mit absolutem oder 96procentigem Alkohol die Athmungsfähigkeit zu vernichten. Giesst man beispielsweise den Alkohol erst nach einigen Tagen wieder ab, lässt das Pulver trocknen und befeuchtet es dann mit Wasser, bis es eine Masse ähnlich lockeren feuchten Sägespähnen giebt, so entwickelt sich wieder reichlich $CO_2$.

Dann kann man auch das Wasser, mit dem man befeuchtet, vorher mit Toluol schütteln, bis es ein trüb-milchiges Aussehen er-

hält: auch bei solcher Behandlung tritt lebhafte, wiewohl nicht so energische Athmung ein. Nach einigen Tagen verschwindet der Sauerstoff sogar aus der Versuchsflasche, wenn sie fast ganz mit solchem feuchten Pulver angefüllt ist, und es entsteht ein Ueberdruck von mindestens $^1/_2$ Atm., ein sicherer Beweis, dass Gährung durch die Thätigkeit der Zellen eingetreten ist. Lässt man dann das Toluol verdunsten, so erhält man wieder den schönen Geruch nach frischem Mehl, woraus zu schliessen ist, dass die Kokken und Bacterien, welche selbstverständlich in geringer Menge von vornherein vorhanden sind, durch das Toluol in relativer Unthätigkeit gehalten worden sind. Mit Thymolwasser gelingt dieser Versuch nicht; das Mehl nimmt nach einiger Zeit einen unangenehm-säuerlichen Geruch an und wechselt seine Farbe. Quecksilberchlorid dagegen tödtet von vornherein alles ab, ohne aber eine unbedeutende $CO_2$-Abgabe zu verhindern.

Fassen wir das bisher Gesagte kurz zusammen, so ergiebt sich, dass die grosse Lebenszähigkeit des ruhenden Plasmas, die wir zwar schon seit Langem bewundern, in noch viel höherem Masse unser Staunen erwecken muss. Im Uebrigen aber beweisen diese Versuche nur, dass ebenso wie kleine Kartoffelstücke auch einzelne Samenpartikel noch athmen können.

Will man sich nun noch vom sicheren Boden der Thatsachen erheben und an ev. weitere Consequenzen aus den mitgetheilten Befunden denken, so sei an die Arbeit von HAHN[1]) erinnert, der aus dem Presssaft des energisch athmenden Kolbens von *Arum maculatum* mittelst Alkohol Eiweiss niedergeschlagen hat, welches beim Befeuchten Kohlensäure abschied und dadurch merkwürdige Aehnlichkeit mit der Zymase von BUCHNER verrieth.

Es ist danach vielleicht zu erwarten, dass die Samen ähnliche Erscheinungen aufweisen und dadurch zu denselben Erörterungen Anlass geben werden, wie sie über die interessanten Zymasestudien BUCHNER's nun schon seit einigen Jahren gepflogen werden. Zur Entscheidung solcher Fragen muss aber erst das eventuelle Vorhandensein autoxydabler Körper in den Samen näher studirt werden.

Botanisches Institut der Universität und Kgl. Landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin.

1) HAHN: Chemische Vorgänge an zellfreiem Gewebesaft von *Arum maculatum*. Berichte der chemischen Gesellschaft, Bd. 33 (1901), S. 3555.

## 33. R. Kolkwitz: Zur Biologie von Leptomitus lacteus[1]).

(Vorläufige Mittheilung aus der Königlichen Versuchs- und Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung.)

Eingegangen am 24. April 1901.

Die grosse Bedeutung der Mikroorganismen für die Reinigung der Gewässer hat, wie bekannt, seit Langem ein lebhaftes Interesse für diese kleinen, thatkräftigen Lebewesen erweckt und eine stattliche Zahl von Veröffentlichungen gezeitigt, durch welche wir zunächst mit den in Betracht kommenden Formen gut bekannt geworden sind. Aber auch über ihre Lebensweise liegen bereits wichtige Arbeiten vor, so dass wir uns schon einen ungefähren Einblick in die durch sie hervorgerufenen chemischen Umsetzungen verschaffen können.

Mit allen diesen Forschungen sind die ersten Handhaben gegeben, regulirend in die sich abspielenden biologischen Processe einzugreifen und sie durch geschicktes Lenken nutzbringend zu verwerthen.

Aus solchen Erwägungen heraus regte der Fachreferent im Cultus-Ministerium, Herr Geh. Obermedicinalrath Dr. SCHMIDTMANN, die Frage an, ob diese Mikroorganismen sich nicht für die Beurtheilung des Grades oder der Art einer Wasserverunreinigung gleichsam als Leitpflanzen, zur Unterstützung der chemischen und bacteriologischen Analyse, verwenden liessen[2]).

Eine daraufhin staatlicherseits eingesetzte Commission, bestehend aus Chemikern, Zoologen, Bacteriologen und dem Vorsitzenden der Kryptogamencommission für die Provinz Brandenburg, unternahm deshalb in den Jahren 1899 und 1900 die systematische Untersuchung einiger Gewässer, welche verunreinigte Zuflüsse verschiedenster Art aufnehmen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind vor Kurzem publicirt

---

1) Bezüglich der Nomenclatur vergleiche man: CORNU, Monographie des Saprolegniées. Ann. d sc. nat. 5. sér., tome 15 (1872), p. 14. — SCHRÖTER, Fungi in ENGLER-PRANTL, Die natürlichen Pflanzenfamilien. Bd. 1, Abth. 1 (1897), S. 101. — A. FISCHER, Phycomycetes in RABENHORST's Kryptogamenflora. 2. Aufl 1892. S. 370. — PRINGSHEIM, Ueber Cellulinkörner, eine Modification der Cellulose in Körnerform. Berichte der Deutschen Botan. Gesellschaft. Bd. 1 (1883), S. 289.

2) SCHMIDTMANN: Gutachten betreffend Städtecanalisation und neue Verfahren für Abwässerreinigung. Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin. 3. Folge, Bd. 16 (1898), Supplement-Heft S. XXXVIII; ferner ebenda, Bd. 19 (1900), Supplement-Heft S. 182.

worden[1]) und enthalten werthvolle Anregungen zu physiologischen Studien über zahlreiche Schmutzwasser-Mikroorganismen.

Solche Studien im Verein mit einschlägigen chemischen und physikalisch-technischen Untersuchungen zu pflegen, ist in diesem Jahre die „Kgl. Versuchs- und Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung“ zu Berlin in's Leben gerufen worden[2]). Als ihrem wissenschaftlichen Mitgliede ist mir Seitens der Anstalt die Aufgabe gestellt worden, in Weiterverfolgung der Commissionsuntersuchungen die Lebensgeschichte des berüchtigten Abwasserpilzes *Leptomitus lacteus* zu erforschen, weil zu erhoffen steht, dass bei Kenntniss seiner Physiologie durch geeignete Vorkehrungen die durch übermässige Entwickelung dieses Pilzes in den Gewässern hervorgerufenen Missstände gemildert, wenn nicht gänzlich beseitigt werden können, dass also durch wissenschaftliche Forschung practischer Bethätigung auf diesem Gebiete die Wege geöffnet werden.

Während ich hier nur kurz über die Resultate meiner ersten Studien mit Genehmigung des Anstaltsleiters berichte, wird die ausführliche, mit einer Tafel versehene Mittheilung in den Veröffentlichungen der Anstalt selbst seiner Zeit erscheinen.

Die botanische Litteratur lehrte bisher, dass *Leptomitus* zu den nur schwer zu züchtenden Pilzen gehört. Seine aus dem Freien in's Laboratorium gebrachten Fäden konnten bisher im selben Wasser auf keine Weise lebend erhalten werden; sie starben bereits nach einigen Stunden ab[3]). Da der Pilz sich nur in f l i e s s e n d e n[4]) Abwässern findet, versuchte man es mit Cultur in solchem Wasser, aber auch dieser Versuch missglückte[5]). Dagegen gelang es einige Male, aus seinen Keimen auf Mehlwurm- und Schweinsblasenstücken Culturen des Pilzes zu erziehen[6]), aber auch hierbei kamen neuere Autoren nicht zu dem gewünschten Ziel und sprachen die Vermuthung aus,

---

1) Lindau, Schiemenz, Marsson, Elsner, Proskauer und Thiesing: Hydrobiologische und hydrochemische Untersuchungen über die Vorfluthersysteme der Bäke, Nuthe, Panke und Schwärze. Sonderabdruck aus der Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin und öffentliches Sanitätswesen. 3. Folge, Bd. XXI (1901), Supplementheft.

2) Vergl. Schmidtmann: Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin. Bd. XXI (1901), Supplementheft S. II und III.

3) Pringsheim: Beiträge zur Morphologie und Systematik der Algen. Jahrb. für wissensch. Botanik. Bd. 2, 1860; S. 113 u. 114 der gesammelten Abhandlungen.

4) Mez: Mikroskopische Wasseranalyse, 1898. — Göppert: Ueber *Leptomitus lacteus* in der Weistritz. Ber. der Schles. Ges. für vaterl. Cultur, 1852, S. 54—62; vergl. auch Bot. Ztg. 1853, S. 165. — Schikora, l. c. S. 2.

5) Radais: Sur l'appareil végétatif des Saprolegniées. Bull. Soc. mycol. de France, 1898, S. 147.

6) Pringsheim l. c. S. 114. — Zopf: Die Pilze in Schenk's Handbuch der Botanik, Bd. IV (1890), S. 569.

*Leptomitus lacteus* könnte möglicher Weise als Schmarotzer[1]) leben oder aus epiphytischem Wachsen auf anderen Pilzen Vortheile ziehen[2]). Jedenfalls galt soviel als feststehend, dass ohne Anwendung eines besonderen Kunstgriffes die Cultur von *Leptomitus* kaum Aussicht auf durchschlagenden Erfolg bieten würde[3]).

Meine eigenen, jüngst eingeleiteten Culturversuche lehrten mich indessen, dass bei der Wahl eines geeigneten Ausgangsmaterials der Pilz auch im Laboratorium mit leichter Mühe in üppigen Rasen gezogen werden kann und dann ebenso wie die als leicht cultivirbar bekannte *Saprolegnia* wächst. Man kann ihn auch viele Tage lang in demselben Wasser, in welchem er im Freien lebt, im Zimmer halten, ohne dass die heimgebrachten Fäden absterben; und dazu ist weder Abkühlung, noch reicher Sauerstoffgehalt, noch besonders geartete Nahrung nöthig, wie nach den bisher vorliegenden Angaben zu erwarten war. Danach nahm man also an, dass der Pilz sehr vergänglich[4]) wäre, und seine Vegetationsperiode nach dem Ausschwärmen der Zoosporen bald zur Neige ginge.

Deshalb war auch nicht bekannt, wie er ungünstige Perioden seines Lebens zu überdauern vermöchte, denn Eier mit ihren derbwandigen, schützenden Häuten waren und sind auch jetzt nicht bekannt; auch nach Gemmen[5]), welche das Pilzprotoplasma in ein Ruhestadium überführen, hat man bei dieser Species vergeblich gesucht. Bei der verwandten Gattung *Saprolegnia* dagegen sind solche Zustände ganz allgemein verbreitet und bekannt[6]).

Das Pilzmycel ist aber, wie ich feststellen konnte, lebenszäh und gar nicht so vergänglich als man bisher annahm, und es ist sicher, dass sehr plasmaarme, im Wachsthum sistirte Hungerstadien der Basalstücke des Pilzes für todt gehalten worden sind[7]).

Der strenge Winter 1900/1901 hatte in der Panke bei Berlin

1) Maurizio: Beiträge zur Biologie der Saprolegnieen. Separatabdruck aus den Mittheil. des Deutschen Fischerei-Vereins. Bd. VII (1899), Heft 1, S. 44, 45.

2) Lindau, Schiemenz, Marsson etc. l. c. S. 26. — Schikora, Entwickelungsbedingungen einiger abwässerreinigender Pilze, insbesondere *Sphaerotilus fluitans* nov. spec. und *Leptomitus lacteus*. Zeitschr. für Fischerei und deren Hilfswissensch., 1899, Heft 1, 2, S. 21.

3) Siehe Vierteljahrsschrift für gerichtl. Medicin, Bd. XXI (1901), S. 118.

4) Zopf l. c. S. 551.

5) A. Braun: Verjüngung in der Natur, 1851, S. 289. Vergl. dazu Pringsheim l. c. S. 114.

6) de Bary: Vergleich Morph. und Biologie der Pilze (1884), S. 155, 156. — Alfr. Fischer: Phycomycetes in Rabenhorst's Kryptogamenflora, 2. Aufl., 1892, S. 312, 322, 325. — Klebs: *Saprolegnia mixta*. Jahrb. für wissenschaftl. Botanik. Bd. 33, 1899, S. 573.

7) Schikora l. c. S. 19. — Maurizio: Die Wasserpilze als Parasiten der Fische. Zeitschr. für Fischerei. Bd. III (1895), S. 276. — Mez l. c. S. 84.

nur noch kümmerliche, zum Theil mit Schlammpartikeln umgebene Reste von *Leptomitus* übrig gelassen, welche nur noch so wenig Plasma in ihren Gliedern enthielten, dass dieses durch Ablösen des Plasmaschlauches von der Zellwand mittelst Salz- oder Zuckerlösung unter Zusammenziehen desselben zu zarten Kügelchen sichtbar gemacht werden musste.

Diese kümmerlichen, übrigens auch durch ihre Auszweigung interessanten Ueberbleibsel mit zum Theil abgerissenen Enden wuchsen zwischen *Sphaerotilus*-Polstern und sassen, mit diesen gemeinsam, an Pfählen und in's Wasser gefallenen Zweigen fest.

Solche Reste des Pilzes, durch die Strenge des Winters zum Darben verurtheilt und im Wachsthum gehemmt, mussten natürlich, im Laboratorium wieder unter günstige Bedingungen versetzt, viel eher ein kräftiges Auswachsen erwarten lassen, als wenn man üppig vegetirendes, mit Plasma erfülltes Material sammelt, seinem günstigen Standort entrückt und künstlich weiter ziehen will. Dass solche Fäden in Bezug auf Ernährung viel grössere Anforderungen stellen, dürfte ohne Weiteres einleuchten.

So zeigt denn das Gedeihen meiner jetzt üppig auf Mehlwürmern und Gelatineplatten vegetirenden Rasen, dass ein sonst schwierig zu behandelnder Organismus, in seinem Verhalten in der freien Natur richtig belauscht, sich willig der Behandlung im Laboratorium fügt.

Es ist mir die weitere Aufgabe gestellt worden, die so erhaltenen Culturen, welche auch schon junge Keimpflänzchen enthalten, ähnlichen Versuchen zu unterwerfen, wie es KLEBS (l. c.) mit *Saprolegnia mixta* gethan hat, um einen näheren Einblick in die Lebenseigenthümlichkeiten von *Leptomitus* zu gewinnen.

Ist dieses erste Ergebniss auch noch als bescheiden zu bezeichnen, so bildet er zum mindesten die unentbehrliche Grundlage zu den angeregten weiteren Studien. Die fernere Untersuchung wird sich dahin erstrecken, durch Forschungen im vorbedeuteten Sinne an der Hand der practischen Erfahrungen diejenigen Stoffe kennen zu lernen, welche man entweder aus dem Wasser ausscheiden muss oder die man ihm zuzusetzen hat, um einer lästigen Entwickelung des Pilzes vorzubeugen und so Behörden und betheiligte Industrien in ihrem Bestreben bei der Beseitigung öffentlicher Missstände zu unterstützen.

# 34. P. Magnus: Ueber einige von J. Bornmüller im Jahre 1900 auf den canarischen Inseln gesammelte Uredineen.

Mit Tafel XIII und XIV.

Eingegangen am 26. April 1901.

Herr J. BORNMÜLLER hatte die Freundlichkeit, mir die von ihm im Jahre 1900 auf Madeira und den canarischen Inseln gesammelten Pilze zur Bearbeitung zu übergeben. Ueber diese Sammlung werde ich später im Zusammenhange mit dem über die Pilzflora dieser Inseln bisher Bekannten ausführlicher berichten. Heute will ich hier nur über einige Uredineen berichten, deren Auftreten mich besonders interessirte. Es ist nicht die Neuheit der Arten, da sie sich bekannten, weit verbreiteten Arten nahe anschliessen, als vielmehr die Verwandtschaft zu letzteren, die meine Aufmerksamkeit in Anspruch nahm.

Auf den Compositen treten viele Arten von *Puccinia* auf, die zu verschiedenen Gruppen nahe verwandter Arten gehören. Diese Gruppen sind jede durch den sehr nahe übereinstimmenden Bau der Teleutosporen ihrer Arten gut charakterisirt, und die Arten einer Gruppe ähneln sich im Baue der Teleutosporen so sehr, dass sie früher von den Autoren für eine Art oder nur wenige Arten angesprochen wurden.

Solche Gruppen sind *Puccinia Asteris* Duby, *P. conglomerata* (Str.) Kze. et Schm., die DIETEL in Hedwigia 1891, S. 291—297, behandelt hat, die *Puccinia Hieracii* Mart., die ich selbst in diesen Berichten Bd. XI, 1893, S. 453—464, und JACKY in der Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten 1899 behandelt haben.

Eine eben solche Gruppe bilden die Arten, die WINTER zum grössten Theil als *Puccinia Tanaceti* DC., andere Autoren als *P. Discoidearum* Lk. zusammengefasst hatten. Bei ihnen stehen die Teleutosporen in festen dunkeln Rasen. Die Teleutosporen haften fest an dem langen Stiele (fallen nicht ab, wie bei *P. Hieracii*); sie sind lang elliptisch, in der Mitte nicht oder nur wenig eingeschnürt. Die obere Zelle trägt am Scheitel eine starke Verdickung (von SCHROETER oft Kappe oder kappenförmig genannt), die von dem apicalen Keimporus durchsetzt wird. Der Keimporus der unteren Zelle liegt stets dicht unter der Scheidewand; die untere Zelle ist unten abgerundet oder etwas verschmälert und sitzt dem Stiele auf, der oben stets mehr oder weniger breit cylindrisch ist und sich unten oft

bandartig abflacht. Die Teleutosporen keimen erst nach überstandener Winterruhe aus. Die Arten sind, soweit ich sie kenne, mit Uredosporen und zuweilen mit Aecidien versehen, welche letzteren auch oft nicht bekannt sind oder fehlen oder sich vielleicht auf anderen Wirthspflanzen entwickeln.

In diese Gruppe gehören *Puccinia Tanaceti* DC., *P. Artemisiae* (Lk.) Fckl., *P. Chrysanthemi* Roze, *P. Balsamitae* (Str.) Rabenh., *P. Helianthi* Schwein., *P. Verbesinae* Schwein. und wahrscheinlich noch viele amerikanische Arten, die ich noch nicht untersucht habe. Diese Arten unterscheiden sich von einander durch die Grössenverhältnisse der Uredo- und Teleutosporen, durch die Zahl und Stellung der Keimporen der Uredosporen, durch die Stärke und Form der apicalen, vom Keimporus durchsetzten Verdickung (Papille oder Kappe) der oberen Zelle der Teleutospore und etwas durch die Gestalt der unteren Zelle. Auch durch die Entwickelung scheinen sie sich von einander zu unterscheiden. Wenigstens bildet *Puccinia Helianthi* Schwein. sicher Aecidien, Uredo- und Teleutosporen, während *P. Balsamitae* (Str.) Rabenh. bei uns an den ergriffenen Stöcken jährlich nur Uredo- und Teleutosporen bildet, also des Aecidiums zu entbehren scheint. Auch durch die Verbreitung des Mycels in den ganzen Trieben weicht letztere Art von den anderen Arten der Gruppe ab. In diese Gruppe der *Puccinia Discoidearum* Lk. gehören nun zwei von Herrn J. BORNMÜLLER auf den Compositengattungen *Lugoa* DC. und *Gonospermum* Less., die den Canarischen Inseln eigenthümlich (indigen) sind, gesammelte Puccinien.

Auf *Gonospermum fruticosum* Less. sammelte er auf Teneriffa bei Laguna (600—700 *m* ü. M.) eine Puccinia, die ich *P. Gonospermi* P. Magn. nenne. Ihre Häufchen treten meist einzeln auf, nur seltener stehen mehrere genähert (s. Taf. XIII, Fig. 1). Die Teleutosporen, die ich nur getroffen habe, sind durchschnittlich 41,8 $\mu$ lang und 21,7 $\mu$ breit. Die kappenförmige Verdickung des oberen Faches ist nicht sehr stark, sie beträgt an der höchsten Stelle durchschnittlich 6,5 $\mu$, so dass das Verhältniss der Kappe zur Länge der ganzen Spore 1 : 64 ist, mithin die Höhe der Kappe 15,4 pCt. der Sporenlänge beträgt. Die Membran der Spore ist mit feinen niedrigen, dicht stehenden Wärzchen besetzt (siehe Taf. XIII, Fig. 2—4). Die Stielzelle ist circa viermal länger als die Spore.

Auf einer anderen indigenen Anthemidee, der *Lugoa*[1]) *revoluta* DC., hat Herr BORNMÜLLER ebenfalls auf Teneriffa an den Strandabhängen bei Taganana eine Puccinia gefunden, die ich von der Art auf *Gonospermum* unterscheiden muss und *Puccinia Lugoae* P. Magn. nenne.

1) Die Gattung *Lugoa* DC. wird von neueren Autoren, z. B. HOFFMANN in ENGLER-PRANTL, Die Natürlichen Pflanzenfamilien, IV. Theil, 5. Abth., S. 271, zu *Gonospermum* gezogen.

Bei ihr treten die Häufchen stets zu bestimmten Gruppen vereinigt auf (s. Taf. XIII, Fig. 5). In den Häufchen habe ich Uredosporen und Teleutosporen angetroffen. Die Uredosporen sind kugelig bis länglich oval, durchschnittlich 32,4 μ lang und 20,6 μ breit. Sie tragen drei Keimporen im Aequator (s. Taf. XIII, Fig. 10—13), und die äussere Membranschicht ist um die Poren ziemlich weit aufgequollen und bildet einen in der Richtung des Längsdurchmessers der Spore länglich gestreckten Hof um dieselbe. Das Epispor zeigt die bei allen Uredosporen der Puccinien bekannten Wärzchen. Die Teleutosporen sind durchschnittlich 38,8 μ lang und 23,3 μ breit, also etwas kürzer und breiter als die von *Puccinia Gonospermi* P. Magn. Namentlich sitzt die untere Zelle mit einer weit breiteren Basis der Stielzelle auf, als bei *P. Gonospermi* (s. Taf. XIII, Fig. 6—9). Das der breiteren Ansatzfläche entsprechende, oben breitere Lumen der Stielzelle verschmälert sich nach unten, indem sich ihre cylindrische Wandung bandförmig zusammenlegt und so das Lumen parallel der Bandfläche zusammengedrückt wird. Auch hier ist die apicale Kappe verhältnissmässig niedrig, sie beträgt durchschnittlich 6,5 μ, so dass das Verhältniss der Kappe zur Länge der ganzen Spore etwa gleich 1 : 6, mithin die Höhe der Kappe etwa 16,6 pCt. der Sporenlänge beträgt. Das Epispor ist mit niedrigen, dicht stehenden Tuberkeln besetzt.

In der Niedrigkeit der apicalen Kappe stimmen die beiden Arten von Teneriffa mit einigen in Amerika auf Helianthoïdeen auftretenden Puccinien dieser Gruppe überein, z. B. der *P. Verbesinae* Schwein. auf *Verbesina australis* aus Argentinien, sowie einer von mir auf *Actinomeris squarrosa* Nutt. bei Washington D. C. angetroffenen *Puccinia*, die ich wegen der abweichenden Uredosporen als neue Art von der *Puccinia Verbesinae* Schwein. aus Argentinien unterscheiden muss, und *P. Actinomeridis* P. Magn. nenne. Aber bei allen auf Helianthoïdeen in Amerika auftretenden Puccinien dieser Gruppe, die ich bisher untersucht habe, haben die Uredosporen nur zwei Keimporen, während sie bei den in der alten Welt auf Anthemideen auftretenden Arten mit drei Keimporen versehen sind, wohingegen diese Arten meist höhere apicale Kappen der Teleutosporen haben. So ist es z. B. bei *Puccinia Tanaceti* DC. und am ausgesprochensten bei *P. Artemisiae* (Lk.) Fckl. Obgleich also die beiden Puccinien von Teneriffa in der Niedrigkeit der apicalen Kappen der Teleutosporen mit einigen amerikanischen hierhin gehörigen Arten übereinstimmen und sich dadurch von den europäischen Arten unterscheiden, zeigt *Puccinia Lugoae* doch deutlich durch den Bau ihrer Uredosporen mit drei Keimporen ihre nähere Verwandtschaft zu den in der alten Welt auf Anthemideen auftretenden Arten. Es ist interessant, wie sich auf den Arten dieser offenbar schon eine sehr lange Zeit von den europäischen Anthemideen

isolirten, auf den Canaren indigenen Gattung *Gonospermum* (oder Gattungen *Gonospermum* Less. und *Lugoa* DC.) die parasitischen Puccinien, wenigstens morphologisch, nur wenig modificirt haben.

Ich erwähnte eben, dass ich wegen des abweichenden Baues der Uredosporen die *Puccinia* auf *Actinomeris* von der auf *Verbesina australis* aus Argentinien unterscheiden muss. Beide haben, wie erwähnt, nur zwei Keimporen. Aber bei *Puccinia Verbesinae* Schwein. auf *Verbesina australis* aus Argentinien liegen diese stets nahe der Basis, also der Stielnarbe (s. Taf. XIII, Fig. 16—18), und die Uredosporen sind breit, häufig breiter als hoch; sie waren durchschnittlich 21,9 $\mu$ lang und 24,1 $\mu$ breit. Bei *Puccinia Actinomeridis* P. Magn. auf *Actinomeris squarrosa* hingegen liegen die beiden Keimporen meist in der Nähe des Aequators (s. Taf. XIII, Fig. 21 und 22) und sind durchschnittlich 21,9 $\mu$ lang, aber nur 18,5 $\mu$ breit. Ich muss daher diese beiden Arten unterscheiden. Aber vielleicht ist die argentinische Art die neue. Wenn ich sie als *Puccinia Verbesinae* Schwein. bezeichne, so folge ich JUEL, der sie in Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar Band 23, Afd. III, No. 10 so bestimmt hat, aber nicht ihre Uredosporen erwähnt. Auch LAGERHEIM, der in Tromsö Museums Aarshefter, vol. 17, 1894, S. 78 und 79, die auf *Verbesina Siegesbeckia* Michx. in Nordamerika auftretende *Puccinia* beschreibt, giebt nichts über die Stellung der beiden Keimporen der Uredosporen an. Ich habe letztere Form nicht untersucht.

Eine andere auf Compositen auftretende Art ist *Puccinia Sonchi* Rob. Sie tritt auf *Sonchus oleraceus* L., *S. arvensis* L., *S. paluster* L. und anderen *Sonchus*-Arten an den Küsten Europas und in den Alpen auf. Herr BORNMÜLLER hat sie auch auf *Sonchus oleraceus* L. am Strande bei Funchal auf Madeira, sowie auf *S. leptocephalus* Cass. bei Tafira auf Gran Canaria gesammelt. Sie gehört zu den Puccinien, deren reife Teleutosporenlager von der Epidermis bedeckt bleiben und bei denen die Teleutosporen partienweise von mehreren Lagen von Paraphysen eingeschlossen oder in einem krustenförmigen Lager von einander getrennt sind. Erst durch das Faulen der Epidermis werden die Teleutosporen zum Auskeimen frei. Hiermit hängt es zusammen, dass, wie ich in diesen Berichten Bd. XVII, 1899, S. 183 entwickelt habe, durch den Druck der über den Teleutosporenlagern gespannt bleibenden Epidermis sich häufig, namentlich am Rande des Häufchens, einzellige Teleutosporen ausbilden, was speciell bei *Puccinia Sonchi* Rob. häufig eintritt. Zu diesen Puccinien gehören viele auf Gräsern und anderen Monocotylen auftretende Arten, wie die alten Sammelarten *Puccinia Rubigo vera* DC. und *P. coronata* Cda. Während die Teleutosporenlager von der Epidermis bedeckt bleiben, bricht natürlich die Epidermis über den Uredolagern auf, die im Zusammenhange damit von anders ausgebildeten Paraphysen umgeben und be-

gleitet sind. Bei den hierher gehörigen grasbewohnenden Puccinien sind die Uredolager und Teleutosporenlager sehr scharf von einander geschieden. Niemals treten Uredosporen in den bedeckt bleibenden Teleutosporenlagern auf: niemals werden bei ihnen Teleutosporen in den aufgebrochenen Uredolagern gebildet. Anders verhält es sich aber bei *Puccinia Sonchi* Rob. Auch hier werden offene aufgebrochene Uredolager und bedeckte Teleutosporenlager gebildet, in denen niemals Uredosporen gebildet werden. Aber bei der von den europäischen Küsten stammenden *Puccinia Sonchi* Rob. werden regelmässig in dem aufgebrochenen Uredolager auch Teleutosporen gebildet, und zwar meist zweizellige. Hier ist die Differenz zwischen den Uredosporenlagern und den Teleutosporenlagern noch nicht so scharf ausgesprochen wie bei den grasbewohnenden Puccinien aus der Verwandtschaft der *Puccinia Rubigo vera* DC. und *P. coronata* Cda. Auch sind bei diesen letzteren Arten die Uredolager meist weit grösser als die klein bleibenden bedeckten Teleutosporenlager. Bei *Puccinia Sonchi* von den europäischen Küsten ist auch die Grössendifferenz der Uredo- und Teleutosporenlager weit geringer.

Diese geringere Differenzirung der Uredolager mit dem regelmässigen Auftreten der Teleutosporen in denselben fand ich bei *Puccina Sonchi* Rob. auf verschiedenen *Sonchus*-Arten von Helgoland, Holland, Malaga, Sicilien und Serbien. Ich fand sie bei *Puccinia Sonchi* auf *Sonchus oleraceus* L. von Funchal auf Madeira und auf *S. leptocephalus* Cass. von Tafira auf Gran Canaria. Um so überraschter war ich über eine Form auf *Sonchus radicatus* Ait., die Herr BORNMÜLLER auf Teneriffa an den Strandfelsen bei Tagana im Juli 1900 gesammelt hat. Hier erkennt man schon mit blossem Auge zweierlei verschiedene Flecken, nämlich grosse runde, auf der Oberseite roth gefärbte, und kleine schwarze, krustenartige. Letztere sind die bedeckten Teleutosporenhaufen. An den rothen Flecken stehen auf der Blattunterseite, seltener auch auf der Oberseite Gruppen von grösseren geöffneten Haufen; sie sind die Uredolager, von denen jedes von einem Walle in mehreren Lagen neben einander stehender Paraphysen umgeben ist (s. Taf. XIV, Fig. 2 und 3). Niemals stehen in diesen Lagern Teleutosporen und das, obwohl das Exemplar im Juli bei Teneriffa gesammelt worden ist und obwohl schon viele Teleutosporenlager zwischen den Gruppen von Uredolagern gebildet worden sind. Ich halte mich daher für berechtigt zu behaupten, dass hier eine scharfe Differenzirung zwischen den Teleutosporenlagern und Uredolagern eingetreten ist. Ja noch mehr. Die Differenz scheint sich auch auf die Mycelien zu erstrecken. Die Mycelien, welche die Gruppen von Uredolagern angelegt haben, sind offenbar weit kräftigere Mycelien, die sich über eine grössere Blattfläche ausgebreitet haben und so Gruppen von Uredolagern bildeten, als die

aus den eingedrungenen Keimschläuchen der Uredosporen ausgewachsenen Mycelien, die auf die Eintrittsstelle beschränkt blieben und nur die kleinen Teleutosporenlager anlegten. Auf Grund dieser so scharfen Verschiedenheit der die Uredosporen und der die Teleutosporen bildenden Mycelien und Lager muss ich die auf *Sonchus radicatus* Ait. auftretende Puccinia als verschieden von der auf den anderen *Sonchus*-Arten bekannten *Puccinia Sonchi* Rob. ansprechen, und nenne sie nach dem Standorte *Puccinia Tagananensis* P. Magn.

Ferner sammelte Herr BORNMÜLLER bei Tafira auf Gran Canaria eine Puccinia auf *Rubia fruticosa* Jacq., die ich als eine neue Art bestimmen muss, die ich *Puccinia rubiivora* P. Magn. nenne.

Sie bildet Aecidien und Teleutosporen. Diese werden stets von verschiedenen Mycelien gebildet, treten niemals an demselben Mycel auf, wie das bei sehr wenigen *Puccinia*-Arten vorkommt. Die Aecidien treten in einzelnen Gruppen auf. Die Blattstellen, denen die Aecidien gruppenweise aufsitzen, sind ziemlich intensiv röthlich gefärbt. Die Aecidien brechen an der Blattunterseite hervor. Ich habe keine Spermogonien zwischen ihnen bemerkt. Sie scheinen daher nicht gebildet zu werden, wie das bei manchen anderen Aecidien auch eintritt. Die Peridien zeigen den häufigen Bau. Ihre äussere Wandung greift mit einem scharfen First über die obere Wandung der unteren Zelle hinab (s. Taf. XIV, Fig. 11). Die äussere Wandung der Peridialzellen ist zwar etwas stärker als deren innere Wandung, aber nicht so bedeutend stärker, wie das bei den Peridien anderer Aecidien häufig der Fall ist. Die Peridialzellen, wie auch die Aecidiensporen zeigen den von DE BARY dargestellten Bau der Membran aus dichteren mit einer helleren Zwischensubstanz abwechselnden Stäbchen. Recht bemerkenswerth ist aber, dass aus der Membran der Aecidiensporen grössere oder kleinere runde Membranpartien ausgestossen werden (s. Taf. XIV, Fig. 6—10), nach deren Wegfall kleinere oder grössere verdünnte Stellen oder Löcher in der Membran der Aecidiensporen zurückbleiben. Diese herausfallenden Membrantheile ragen zuerst als glänzende Buckel knopfartig hervor und treten immer weiter heraus, bis sie abfallen. Diese selbe Erscheinung ist mir schon früher bei einem Aecidium auf *Hamamelis* vom Nikkogebirge in Japan aufgestossen, das ich durch die Güte des Herrn Prof. MANABU MIYOSHI erhalten hatte. Er tritt in kleinen, auf der Blattoberseite röthlich gefärbten Flecken auf den Blättern auf. Auf der Oberseite der Flecken stehen die Spermogonien; auf der Unterseite brechen die Aecidien mit den langen Peridien hervor. Da ich im SACCARDO kein Aecidium auf *Hamamelis* beschrieben finde, nenne ich es *Aecidium Hamamelidis,* betone aber, dass ich die neuere Litteratur über die Pilze Japans nicht habe durchsehen können und es daher vielleicht schon beschrieben sein könnte. Die Sporen dieses *Aecidium Hama-*

*melidis* sind durchschnittlich 20,9 $\mu$ hoch und 25,5 $\mu$ breit; sie zeigen ausgezeichnet schön die Ausstossung kleiner Membrantheilchen von verschiedener Grösse, die erst warzenartig hervorragen und dann abfallen (s. Taf. XIII, Fig. 26).

Auch bei einem Aecidium auf *Galium helveticum* von der Ferdinandshöhe in Tirol, von dem ich annehme, dass es zu *Puccinia Galii* (Pers.) Schwein. gehört, sah ich dieses Ausstossen kleiner Membrantheilchen ausgezeichnet schön (s. Taf. XIII, Fig. 23—25). Dieselbe Erscheinung tritt sicherlich noch bei vielen Aecidien auf.

Nach dieser Abschweifung kehre ich zur Beschreibung der *Puccinia rubiivora* P. Magn. zurück.

Die *Puccinia*-Haufen brechen einzeln meist auf der Oberseite der Blätter hervor. Sie werden nur von den die Teleutosporen tragenden Sterigmen gebildet, denen sie fest anhaften. Sie sind von sehr verschiedener Gestalt (s. Taf. XIV, Fig. 12—16). Als Normalgestalt könnte man Fig. 12 und 13 bezeichnen, wo die ganze Spore länglich oval ist und der Keimporus der oberen Zelle apical liegt. Hiervon kommen zunächst Abweichungen vor, dass bald die untere Zelle (s. Fig. 15), bald die obere Zelle (s. Fig. 14) verschmälert und länglich gestreckt ist; und dies kann mit einer seitlichen Stellung des Keimporus der oberen Zelle vereinigt sein (s. Fig. 15). Ferner können die beiden Zellen der *Puccinia*-Spore senkrecht zu deren Axe gestreckt sein und diese Längsstreckung der unteren Zelle in die Richtung des Stieles fallen (s. Fig. 16), wobei zwar der Keimporus der oberen Zelle an ihrem morphologischen Scheitel bleiben kann, dann aber topographisch seitlich unter ihrem höchsten Punkte zu liegen kommt. Diese Abweichungen scheinen wenigstens zum Theil durch den Druck, dem die jungen auswachsenden Sporen ausgesetzt sind, bedingt zu sein. Die Membran über dem Keimporus der oberen, sowie der unteren Zelle ist nicht oder nur wenig verdickt (s. Fig. 12—16), wodurch sich diese Art, worauf ich hier schon hinweisen will, sehr scharf von *Puccinia Galii* (Pers.) Schwein. unterscheidet. Das Epispor ist mit kleinen niedrigen Tuberkeln dicht besetzt. Die gemessenen Sporen waren 36,1 $\mu$ bis 58,8 $\mu$, durchschnittlich 46,6 $\mu$ lang und 19,4 $\mu$ bis 32,3 $\mu$, durchschnittlich 25,1 $\mu$ breit.

Da de Toni in P. A. Saccardo's Sylloge Fungorum VII, p. 601 auch *Rubia petiolaris* als Nährpflanze von *Puccinia Galii* (Pers.) Schwein. angiebt und das von mir zu dieser Art gezogene Aecidium auf *Galium helveticum* in der Ausstossung der Membrantheilchen aus der Membran der Aecidiensporen, sowie in dem Bau der Peridie mit dem Aecidium von *Puccinia rubiivora* übereinstimmt, so will ich hier noch kurz auf die bedeutenden Unterschiede dieser beiden Arten hinweisen. *Puccinia rubiivora* P. Magn. unterscheidet sich von *Puccinia Galii* (Pers.) Schwein. durch das Fehlen der Spermogonien, sowie der Uredosporen und, wie

schon oben angedeutet, durch den Bau der Teleutosporen, bei denen bei *Puccinia Galii* (Pers.) Schwein. z. B. gerade die Wandung des oberen Faches sehr bedeutend verdickt ist.

*Puccinia rubiivora* P. Magn. dürfte daher, wenigstens nach unseren bisherigen Kenntnissen zu urtheilen, eine in ihrem Auftreten auf die Canarischen Inseln oder die Westküste Afrikas beschränkte Art sein. Doch muss ich bemerken, dass ich die Art auf *Rubia petiolaris* nicht untersuchen konnte.

Die beigegebenen Figuren hat Herr Dr. PAUL ROESELER bei mir nach der Natur gezeichnet.

---

## Erklärung der Abbildungen.

### Tafel XIII.

Fig. 1—4. *Puccinia Gonospermi* P. Magn. auf *Gonospermum* Less. von Teneriffa.

Fig. 1. Blatt mit dem *Puccinia*-Rasen in natürlicher Grösse.
„ 2—4. Teleutosporen. Vergr. 420.

Fig. 5—13. *Puccinia Lugoae* P. Magn. auf *Lugoa revoluta* DC. von Teneriffa.

Fig. 5. Blatt mit dem Pilzrasen in natürlicher Grösse.
„ 6—9. Teleutosporen. Vergr. 420.
„ 10—13. Uredosporen. Vergr. 420.

Fig. 14—18. *Puccinia Verbesinae* Schwein. (nach der Bestimmung von O. JUEL) auf *Verbesina australis* (Hook. et Arn.) von Argentinien leg. MALME.

Fig. 14 und 15. Teleutosporen. Vergr. 420.
„ 16 „ 17. Uredosporen. Vergr. 755.
„ 18. Uredospore. Vergr. 420.

Fig. 19—22. *Puccinia Actinomeridis* P. Magn. auf *Actinomeris squarrosa* von Washington D. C.

Fig. 19 und 20. Teleutosporen. Vergr. 420.
„ 21 „ 22. Uredosporen. Vergr. 420.

Fig. 23—25. Aecidium von *Puccinia Galii* (Pers.) Schwein. auf *Galium helveticum* von der Ferdinandshöhe in Tirol.

Fig. 23. Aecidiumsporen. Vergr. 420.
„ 24 und 25. Aecidiumsporen. Vergr. 765.
„ 26. Aecidiumsporen von *Aecidium Hamamelidis* P. Magn. auf *Hamamelis* vom Nikko-Gebirge in Japan. Vergr. 420.

### Tafel XIV.

Fig. 1—3. *Puccinia Tagananensis* P. Magn. auf *Sonchus radicatus* Ait. von Teneriffa.

Fig. 1. Blatt mit den Pilzlagern in natürlicher Grösse. Man sieht deutlich die in grösseren Flecken beisammen stehenden Uredolager und die kleineren, schwarzen unregelmässig stehenden Teleutosporenlager.
„ 2. Querschnitt eines grösseren, eine Gruppe von Uredolagern tragenden Fleckens. Die mittleren Uredolager sind aufgebrochen; die seitlichen sind noch geschlossen. Vergr. 36.
„ 3. Querschnitt eines einzelnen solchen Uredolagers. Vergr. 162.

Fig. 4—16. *Puccinia rubiivora* P. Magn. auf *Rubia fruticosa* von Gran Canaria.

Fig. 4 und 5. Blättchen mit Aecidiengruppen und Teleutosporenhaufen. Fig. 4 von der Unterseite, Fig. 5 von der Oberseite der Blättchen. Nat. Grösse.

" 6. Gruppe von Aecidiumsporen. Vergr. 240.

" 7—9. Einzelne Aecidiumsporen. Aus ihrer Membran sind zum Theil schon einige Membrantheilchen ausgefallen, während andere noch haften und buckelartig hervorragen. Vergr. 765.

" 10. Einzelne aus der Membran der Aecidiumsporen ausgestossene Membrantheilchen. Vergr. 765.

" 11. Längsschnitt der Peridie des Aecidiums. Vergr. 240.

" 12—16. Teleutosporen. Vergr. 765.

# Sitzung vom 31. Mai 1901.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen:

Fräulein **Ternetz**, Dr. **Charlotte**, in **Basel** (durch W. SCHIMPER und S. SCHWENDENER),

Herr **Ursprung**, Dr. **Alfred**, in **Basel** (durch W. SCHIMPER und S. SCHWENDENER),

Herr **Willis**, **John C.**, Director des botanischen Gartens in **Peradeniya** (Ceylon) (durch S. SCHWENDENER und A. ENGLER).

# Mittheilungen.

## 35. Bohumil Němec: Ueber centrosomenähnliche Gebilde in vegetativen Zellen der Gefässpflanzen.

Mit Tafel XV.

Eingegangen am 14. Mai 1901.

Während es Forscher giebt, welche die Centrosomen in vegetativen Zellen der Gefässpflanzen gesehen haben wollen, wird von anderer Seite die Richtigkeit derartiger Angaben energisch bestritten. Ich habe in der letzten Zeit bei meinen Untersuchungen über die reizleitenden Structuren Gelegenheit gehabt, zahlreiche Arten von Gefässpflanzen cytologisch zu untersuchen und habe dabei auch nebenbei den Theilungsfiguren einige Beachtung zugewandt. Ich muss, wie schon früher, auch jetzt die Anwesenheit von Gebilden, welche thierischen Centrosomen sowie analogen Gebilden bei den niederen Pflanzen gleich wären, für die vegetativen Zellen der Ge-

fässpflanzen bestreiten. Jedoch muss ich bemerken, dass ich in Wurzelspitzen einiger Farne Gebilde gefunden habe, welche in eine entfernte (vielleicht bloss phylogenetische) Beziehung zu den wirklichen Centrosomen gebracht werden könnten und dass weiter in Wurzelspitzen einiger phanerogamen Pflanzen nicht selten Gebilde vorkommen, welche Centrosomen vortäuschen könnten, obzwar sie mit wirklichen Centrosomen nichts zu thun haben.

Würde es sich bei der Centrosomenfrage bloss darum handeln, an den Polen der Theilungsfigur überhaupt irgend welche färbbaren Körperchen aufzufinden, so wären nach meinen Erfahrungen sehr wenig Gefässpflanzen als centrosomenlos zu bezeichnen. Doch stimmen alle Cytologen darin überein, dass unter Centrosomen Organe von bestimmter Function zu verstehen sind und nicht vielleicht jedes Körperchen, das an den Polen der Theilungsfigur anzutreffen ist. Allerdings kommt dem Studium eben dieser Körperchen eine andere wichtige Bedeutung zu, wenn es sich nämlich darum handelt, die Richtungen und die Mechanik der mit den Theilungsvorgängen verbundenen Bewegungen des Protoplasmas und der apoplasmatischen Einschlüsse klar zu legen. Wollte man um jeden Preis in allen Zellen Centrosomen finden, so wäre das eine voreingenommene Sucherei, die vom morphologischen Standpunkte gar nicht berechtigt wäre. Nichts zwingt uns zur Annahme, dass das Centrosom in allen Zellen vorhanden ist, geschweige denn, dass es einen grundwichtigen Zellenbestandtheil überall vorstellt.

Werden die Blepharoplasten nicht zu den Centrosomen gerechnet, was mir richtig zu sein scheint, so haben alle wirklichen Centrosomen die charakteristische Eigenschaft, dass sie in enger Beziehung zur Bildung der achromatischen Theilungsfigur stehen, und sie nehmen immer die Pole derselben ein. Diese Beziehungen zeigen sie vom Anfang der Ausbildung der achromatischen Figur an[1]), und wenn man auf BOVERI's und ZIEGLER's Angaben Rücksicht nimmt, kann man wohl der Meinung sein, dass die Centrosomen an der Bildung der achromatischen Figur activ betheiligt sind und zur Theilung Anstoss geben. Es giebt jedoch, wenigstens nach unseren bisherigen Erfahrungen, zweierlei Centrosome: persistirende und transitorische. Die ersten bestehen auch in der ruhenden Zelle. Sie können auch vom Kern unabhängig und räumlich vom ihm getrennt fungiren und persistiren. Transitorische Centrosomen erscheinen immer in Verbindung mit dem Kern (wahrscheinlich differenziren sie sich aus der Kernsubstanz selbst), treten also als differenzirte Kerntheile auf. Doch

1) Auch bei den Diatomaceen zeigt die achromatische Spindel zu den Centrosomen eine innige genetische Beziehung. Es ist dabei wohl ohne Belang, ob die Centrosomen nahe an der Kernmembran oder von dieser entfernt liegen.

geht auch von ihnen die Ausbildung der achromatischen Theilungsfigur aus, so dass eben in diesem Punkte die Centrosomen, mögen sie persistirend oder transitorisch sein, übereinstimmen.

Alle die Gebilde, über die ich in dieser Mittheilung kurz berichten will, vertheilen sich auf zwei Gruppen:

1. Gebilde, welche schon in ruhenden Zellen bestehen und bei der Kerntheilung an den Polen der achromatischen Figur liegen (*Diplazium pubescens*, *Blechnum brasiliense*).

2. Gebilde, von denen im Cytoplasma der ruhenden Zelle keine Spur zu finden ist, die jedoch an den Polen der ausgebildeten achromatischen Figur erscheinen und nach beendeter Reconstruction der Tochterkerne verschwinden.

Diese zweite Gruppe umfasst dreierlei Körperchen:

a) Gebilde, welche sich im Cytoplasma direct an den Polen der achromatischen Figur zu Ende der Prophasis differenziren und keine nachweisbare genetische Beziehung zu den Kernnucleolen zeigen (*Dracaena arborea*).

b) Körperchen, welche durch Umwandlung achromatischer Fäserchen an den Polen zu Ende der Metakinesis entstehen und sich als kleine, rundliche Nucleolen zeigen (*Allium*), oder in Form von dicken, unregelmässig begrenzten Plasmamassen nach beendigter Metakinesis entstehen (Pollenmutterzellen von *Nymphaea alba*).

Von Farnen, die ich untersucht habe, zeigen am auffallendsten centrosomähnliche Körperchen die Wurzelspitzen von *Blechnum brasiliense*, und zwar die Zellen der äusseren Pleromschichten, die später zu den Bestandtheilen des Leptoms werden. Etwa in der 20. bis 25. Zelle von der Terminalzelle angefangen erscheint in den ruhenden Zellen dicht am Kern eine dichte, körnige, jedoch zahlreiche winzige Vacuolen (Alveolen) enthaltende Plasmamasse, die meist kugelförmig, jedoch nie scharf begrenzt ist und um welche zu dieser Zeit keine Strahlung zu beobachten ist. In älteren Zellen ist diese dichte Plasmamasse auffallender (Fig. 8), es erscheinen in derselben grössere Körnchen und Vacuolen. In noch älteren Zellen erscheint dieses Plasma oft homogen und kann in mehrere Körperchen getheilt erscheinen (Fig. 8*a*). Immer liegt es in der Nähe des Zellkernes, in den jungen Zellen demselben dicht angeschmiegt.

Bereitet sich ein Kern, dem eine solche Plasmamasse anliegt, zur Theilung, so breitet sich diese um denselben aus; sie wird jedoch noch weniger vom übrigen Cytoplasma unterscheidbar. Erst nachdem sich die hyalinen polaren Kappen (Periplast) ausgebildet haben, wird ein denselben anliegendes. dichtes und körniges Plasma besser sichtbar (Fig. 1). Dasselbe wird an den Polen immer dichter, hier kann es

zuweilen auch die Form von schärfer umgrenzten kugeligen Körperchen annehmen (Fig. 3). Diese Körperchen sind jedoch meist nicht an beiden Polen gleich gestaltet und gleich gross. In den äussersten Pleromzellen erscheint um die dichten polaren Plasmamassen oft eine plasmatische, nicht jedoch streng radiale Strahlung (Fig. 2). Dicht vor der Auflösung der Kernwand lösen sich die polaren Gebilde meist in eine Reihe von Körperchen auf (Fig. 4). Sie persistiren auch während der weiteren Phasen. Fig. 6 zeigt z. B. ein Asterstadium, wo die polaren Körperchen ganz gut zu sehen sind. Während der Reconstruction der Tochterkerne verbleiben die Plasmamassen an ihren Polseiten (Fig. 7), werden jedoch allmählich körnig, ihre Umrisse werden immer weniger scharf (Fig. 5), bis sie wieder die für sich nicht theilende Zellen charakteristische Form annehmen (Fig. 8).

Eben solche Verhältnisse traf ich in den Wurzelspitzen einiger anderer Farne, so z. B. bei *Diplazium pubescens*. Hier sind besonders in den ruhenden Zellen dichte, den Kernen anliegende Gebilde auffallend (Fig. 9). Ich habe um dieselben keine Strahlung bemerken können, sie zeigen auch kein centrales Korn. Sie färben sich wie Nucleolen. Ueber ihre Natur wird vielleicht eine mikrochemische Untersuchung Aufschluss geben.

Ziemlich ähnliche Verhältnisse trifft man in der Wurzelspitze von *Alnus glutinosa*. Meine Untersuchungen betreffen adventive, im Wasser am Licht wachsende Wurzeln. Hier findet man in meristematischen Pleromzellen, die später zu den Elementen des Leptoms werden, merkwürdige, dichte Plasmamassen, die anfangs immer dem Kern anliegen (Fig. 20) und bei der Kerntheilung in ähnlicher Weise wie bei *Blechnum* auf die beiden Tochterzellen vertheilt werden. Doch bilden sie nie an den Polen auffallendere Körperchen und zeigen eher in sich nicht theilenden Zellen eine scharfe Begrenzung. Ihre Bedeutung ist mir nicht klar. Sie können in älteren Zellen zu kugeligen, kerngrossen, scharf begrenzten Gebilden werden, die zuweilen in die Vacuolen ausgestossen werden, hier zerfallen und schliesslich wahrscheinlich aufgelöst werden. An Parasiten ist wohl nicht zu denken, da die Gebilde in definitiv ausgewachsenen Zellen spurlos verschwinden.

Während in den bisher erwähnten Fällen ein specifisches Plasma persistirt, fand ich in den Wurzelspitzen von *Dracaena arborea* Gebilde, welche nur während der Kerntheilung zu sehen sind, jedoch im Cytoplasma sich differenziren. Die Spindel wird typisch angelegt, doch, nachdem sich die Fäserchen zu entwickeln begonnen haben, erscheinen an den Polen der Figur dichte Plasmamassen (Fig. 10*a*), zunächst in mehreren Körperchen, die jedoch bald verschmelzen (Fig. 10*b*), stark sich färben (im Tone des Nucleolus), streng die

Pole der Figur einnehmen, in der Form jedoch wechselnd und unbestimmt sind. Schliesslich bilden sich aus ihnen polar gelegene runde Körperchen aus, die noch während der Metakinesis regelmässig sind. Nachdem jedoch die Chromatinkörperchen an die Pole gelangt sind, werden sie unregelmässig (Fig. 15), verschieben sich zuweilen aus der polaren Lage, werden von mehreren Vacuolen umgeben (Fig. 14) oder können selbst vacuolig werden (Fig. 12). Zur Zeit der Reconstruction des Zellkernes legen sie sich meist denselben an (Fig. 11, 13, obere Zelle in Fig. 14), nach erfolgter Zelltheilung und Verschiebung der Kerne in's Centrum der Tochterzellen verschwinden sie vollständig. Es scheint mir, dass diese Gebilde Beziehungen zu den Nucleolen aufweisen. So zeigt der obere Kern in Fig. 13, dem kein solches Gebilde anliegt, einen Nucleolus, der untere jedoch nicht. Diesem liegt jedoch ein dichtes Plasmakörperchen an, das sich ebenso färbt wie der Nucleolus des oberen Kernes. Die beiden Tochterkerne in Fig. 11 besitzen keine Nucleolen, hingegen liegen an ihren Polstern dichte Plasmamassen. Der untere Kern in Fig. 14 zeigt einen kleinen Nucleolus, das extranucleare Körperchen liegt jedoch ziemlich weit vom Kern entfernt von Vacuolen umgeben. Der obere Kern hat einen grösseren Nucleolus, ein viel kleineres Körperchen als das der unteren Zelle liegt ihm jedoch noch an.

Directe Beziehungen zu diesen extranucleär auftretenden Körperchen weisen die Nucleolen nicht auf. So zeigt der Kern in der Fig. 10*a* noch einen Nucleolus, — obzwar derselbe relativ klein ist, und schon sieht man an den Polen der Figur die erwähnten Körperchen. Ein gewisser Parallelismus zwischen Verkleinerung des Nucleolus während der Prophasis und dem Auftreten der dichten Plasmamassen an den Polen der Figur lässt sich nicht verkennen, ob es sich jedoch dabei um einen directen Zusammenhang bei dem Processe handelt, ist fraglich. Es ist mir noch aufgefallen, dass in Fällen, wo sich die Zelle in zwei ungleiche Tochterzellen theilt, die dichten Plasmamassen in der grösseren Zelle auch grösser sind und hier länger erhalten bleiben, wie dies aus Fig. 16 zu ersehen ist. Es ist eine bei den monocotylen Pflanzen ziemlich häufige Erscheinung, dass in der Wurzelspitze in der äussersten Periblemschicht (die später zur sogenannten Exodermis wird) in einer bestimmten Richtung vom Vegetationspunkt die Zellen sich so theilen, dass immer eine akroskope, grössere und eine basiskope, kleinere Tochterzelle entsteht. Die Bedeutung dieser Erscheinung kann ich nicht angeben. Doch habe ich bei *Allium Cepa* beobachtet, dass solche Zelltheilungen nie in Wurzeln vorkommen, die in feuchter Luft wachsen. Man kann jede Wurzel zu dieser Kurzzellbildung zwingen, wenn man sie aus feuchter Luft in's Wasser überträgt. Die Wurzeln von *Dracaena arborea*, die ich untersucht habe, sind in Erde gewachsen, doch zeigten sie in der

äussersten Periblemschicht Kurzzellbildung. Dabei rückt der Kern während der Prophasis in den hinteren Theil der Zelle und schon bei der Spindelbildung erscheint an dem akroskopen Pole eine viel grössere dichte Plasmaansammlung als an dem basiskopen.

Die Nucleolen können direct Ursprung polar gelegener Körperchen geben. Ich habe in den Wurzelspitzen von *Hibiscus calycinus* einen Fall kennen gelernt, wo in fast allen Zellen bei der Kerntheilung polare Nucleolen auftreten. Die Figur wird normal angelegt, und so lange die Kernmembran nicht verschwunden ist, giebt es an den Polen keine Körperchen. Der Nucleolus ist auch jetzt noch auffallend gross (Fig. 17). Sobald die Kernmembran verschwunden ist, theilt sich auch der Nucleolus und die Hälften rücken an die Pole. Zuweilen zerfällt er in mehrere Theile, und dieselben müssen nicht zu gleicher Zeit an die Pole gelangen. Die Nucleolen bleiben an den Polen ein ganz wenig hinter dem Spindelende stehen (Fig. 19). Zunächst sind sie rein kegelförmig, wenn sich jedoch die Spindelfasern parallel aufrichten, verbreitet sich die Nucleolensubstanz an den Polen scheibenförmig (Fig. 18). Ihre weiteren Schicksale konnte ich bisher nicht sicher feststellen, doch scheint es mir, dass sie meist aufgelöst werden und nicht direct in die Tochterkerne aufgenommen werden. Im Stadium der Aequatorialplatte bemerkt man in allen Zellen in der Aequatorialebene einen peripheren Ring, der von einem homogenen, erythrophilen (stark tingirbaren) Plasma gebildet wird (Fig. 18). Er persistirt auch während der Metakinesis, zeigt jedoch zur Zellplattenbildung keine sicher feststellbaren Beziehungen.

Schliesslich können durch Umbildung von Spindelfasern Nucleolen entstehen, die normaler Weise an den Polen liegen[1]). STRASBURGER[2]) hat in den Pollenmutterzellen von *Nymphaea alba* eine ähnliche Umbildung von Spindelfasern in dicke, polar gelegene Plasmamassen beobachtet.

Bei den Farnen, wo sich in Zellen mit centrosomenähnlichen Körperchen am ehesten an einen Vergleich mit typischen Centrosomen denken liesse, entsteht die achromatische Figur in derselben Weise wie in den übrigen, keine solchen Gebilde aufweisenden Zellen. Es treten zunächst die polaren hyalinen Kappen auf, sodann entsteht an denselben peripher eine Längsstreifung. Dabei verlaufen die Fäserchen, welche Ursache dieser Längsstreifung sind, ganz regelmässig, indem sie an den Polen des hyalinen, ellipsoiden Gebildes convergiren. Das alles geschieht in einer für die Spindelbildung in den vegetativen Gewebezellen typischen Weise. Es wäre ganz müssig, dabei irgend welche active Rolle den polar gelegenen Gebilden zu-

1) B. NĚMEC, Jahrb. für wiss. Botanik. Bd. 33, S. 330.
2) E. STRASBURGER, Histologische Beiträge. Heft VI, 1900, S. 161.

zuschreiben, wenn die Entwickelung der Theilungsfigur auch ohne solche Körperchen in derselben Weise vor sich geht. Ein Umstand könnte gegen diese Behauptung angeführt werden, dass nämlich zuweilen um die erwähnten Körperchen eine ziemlich mächtige Strahlung erscheint, wie dies in Fig. 2 zu sehen ist. Da muss bemerkt werden, dass in der äussersten Phloëmschicht, zu welcher die in Fig. 2 dargestellte Figur gehört, schon in ruhenden Zellen faserige Structuren, die meist in der Zelle diagonal verlaufen, zu beobachten sind. Diejenigen Kräfte, welche die Ansammlung des dichten Protoplasmas an den Polen bewirken, könnten auch an der polaren Centrirung der faserigen Structuren in sich theilenden Zellen activ betheiligt sein. Für die Richtigkeit dieser Anschauung spricht auch der Umstand, dass in Zellen, die im ruhenden Zustande keine faserigen Structuren zeigen, dieselben auch um die polaren Körperchen herum nicht auftreten.

Es lässt sich in vegetativen Gewebezellen beobachten, dass schon vor der Auflösung der Kernmembran die achromatischen Fäserchen in mehreren Punkten zu convergiren beginnen, so dass eine multipolardiarche Figur entsteht. In diesem Stadium sind auch die polar gelegenen Körper bei den Farnen in mehrere Körnchen, die polare Platten bilden, getheilt. Doch haben wir keinen Grund, anzunehmen, dass eben diese Körnchen eine Multipolarität der Figur activ bewirken, denn die Multipolarität erscheint auch in Zellen, wo es überhaupt keine polar gelegenen Körper giebt.

Wir haben gesehen, dass die erwähnten Gebilde auch in ruhenden Zellen vorkommen. Sie sind meist in Einzahl vorhanden, doch von unregelmässiger Gestalt und Begrenzung; zuweilen theilt sich dieses Gebilde in mehrere Körperchen. Das Vorhandensein dieser Gebilde in der ruhenden Zelle ist sehr auffallend, und es könnte zur Anschauung verleiten, dass es sich hier um wirkliche persistirende Centrosome und das um dieselben angehäufte Kinoplasma handelt. Ich muss vor der Hand diese Anschauung abweisen. Es könnte höchstens angenommen werden, dass es sich um Gebilde handelt, die bei der Theilung nicht mehr activ thätig sind, denn Zellen ohne solche Gebilde theilen sich in derselben Weise. Es würde sich um ein rudimentäres Organ handeln. Ob man jedoch diese Erklärung als befriedigend finden wird, soll dahingestellt bleiben.

Aehnliches gilt auch für die Verhältnisse, die man in gewissen Zellen von *Alnus glutinosa* findet. Es ist möglich, dass es sich um Verhältnisse handelt, welche durch eine bestimmte Specialisation der Zellen verursacht werden, wofür auch der Umstand spricht, dass, ebenso wie bei den angeführten, auch hier die Plasmamassen in Zellen des späteren Leptoms auftreten.

Dass es sich da, wo die centrosomenähnlichen Körperchen an

die Pole der Theilungsfigur gerückte Nucleolen vorstellen, nicht um Centrosomen handelt, liegt wohl auf der Hand. Es ist ja auch zweifelhaft, ob es sich bei *Euglena* oder in den von JUEL angeführten Fällen bei den Basidiomyceten um Gebilde handelt, welche mit Centrosomen etwas Gemeinschaftliches besitzen.

Die bisher beschriebenen Körperchen sind Typen von Gebilden, welche vielleicht als Centrosomen gedeutet werden könnten und es auch schon wurden[1]). Ich konnte keine anderen Gebilde in vegetativen Zellen der Gefässpflanzen entdecken (obzwar ich verschiedenartige Präparationsmethoden zur Anwendung gebracht habe), die sich als Centrosomen ansehen liessen. Die beschriebenen Körperchen sind nun ebenfalls keine Centrosomen, es liesse sich höchstens bei den Farnen, wo sich auch in ruhenden Zellen dichte, dem Kerne anliegende Plasmamassen antreffen lassen, an Centrosomen denken. Ich wüsste jedoch nicht, welche Rolle man denselben hier bei der Theilung zuschreiben könnte, wenn sich doch in denselben Wurzelspitzen Periblemzellen in derselben Weise theilen, ohne die geringste Spur von centrosomenähnlichen Gebilden aufzuweisen. Daher ich diese Gebilde nicht für Centrosomen halte.

Sie könnten als individualisirte Kinoplasmamassen gedeutet werden, vielleicht auch als rudimentäre Centrosomen. Diese Deutung könnte besonders in Anbetracht dessen plausibel erscheinen, dass Centrosomen nicht immer nach dem alten Schema eines Centralkorns mit einem Hofe und einer Sphaere gebaut sind[2]). In einigen ruhenden Zellen ist dieses Gebilde in mehrere Theile zerfallen (Fig. 8 *a*), und das scheint mir gewichtig gegen seine Centrosomennatur zu sprechen. Ich komme also auch jetzt zum Schluss, dass in vegetativen Zellen der Gefässpflanzen keine Centrosomen vorkommen. Und wenn die Blepharoplaste nicht für Centrosome gehalten werden, was doch durch manche Gründe unterstützt wird, so kann man diesen Schluss auch auf die Fortpflanzungszellen der Gefässpflanzen ausdehnen. Ich bemerke noch, dass ich bei einigen Lebermoosen ganz gut Centrosomen mit Benutzung derselben Methoden, die ich bei den

1) Leukoplaste, sogar auch solche mit ziemlich grossen Stärkekörnern, sammeln sich auch zuweilen an den Polen der Theilungsfigur an, und zwar auch in vegetativen Zellen, wie z. B. in den Wurzelspitzen von *Xanthosoma maximilianum*. In Pollenmutterzellen von *Larix europaea* gelangen zuweilen einzelne Chromatinkörper früher an die Pole als die anderen, so dass es auch hier Körper an den Polen giebt, die zu irrthümlicher Deutung Anlass geben könnten, obzwar es ohne Weiteres klar ist, dass es sich um Centrosomen dabei nicht handeln kann.

2) In den meristematischen Leptomzellen des Periblems von *Aspidium decussatum* (Wurzelspitze) zeigen in ruhenden Zellen die centrosomenähnlichen Körperchen eine centrale homogene Masse, die peripher alveolär wird und allmählich in das Cytoplasma übergeht. Zuweilen tritt um dieselben eine schwache Strahlung auf, die jedoch nur auf einer radiären Anordnung der plasmatischen Lamellen beruht.

Gefässpflanzen benutzt habe[1]), nachweisen konnte, so dass es keinen Grund giebt, der Unzulänglichkeit der Methoden die negativen Resultate zuzuschreiben.

## Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—9. Aus der Wurzelspitze von *Blechnum brasiliense*.
REICHARDT, Imm. $^1/_{18}$, Comp.-Ocul. 4.

Fig. 1. Prophasis aus der äusseren Pleromschicht, 25. Zelle vom Vegetationspunkt. Den hyalinen Kappen liegt eine granuläre Substanz an.
„ 2. Prophasis in einer älteren Zelle aus dem äusseren Plerom. Die granuläre Substanz sammelt sich an den Polen an. Um dieselbe eine mächtige Strahlung.
3. Weiteres Stadium in einer Endodermalzelle. An den Polen runde Körperchen.
„ 4. Die Spindelanlage wird multipolardiarch. Die polaren Körperchen sind in eine Reihe von Körperchen zerfallen.
„ 5. Anaphasis in einer älteren Leptomzelle. An den Polen der Tochterkerne je eine dichte Plasmamasse.
„ 6. Aster aus der Endodermis mit polaren Körperchen.
„ 7. Eine Tochterzelle nach der erfolgten Theilung mit der Plasmamasse am Pole.
„ 8. Ruhende Parenchymzelle aus dem älteren Leptom, wo es keine Zelltheilungen mehr giebt. Dem Kerne liegt ein dichter Plasmaballen an.
„ 8a. Phloëmparenchymzelle, 3,5 *mm* von der Terminalzelle entfernt. Dem Kern liegen zwei Körperchen an.
„ 9. Zwei ruhende Zellen der äussersten Pleromschicht aus einer älteren, keine Zelltheilungen mehr aufweisenden Zone der Wurzelspitze von *Diplazium pubescens*.

Fig. 10—16. Aus der Wurzelspitze von *Dracaena arborea*.
REICHARDT, Imm. $^1/_{18}$, Oc. 4.

Fig. 10a. Prophasis in der äussersten Rindenschicht, mit den ersten Anfängen der polaren Plasmaansammlungen.
„ 10b. Asterstadium mit grossen, dichten Plasmamassen an den Polen.
„ 11. Anaphasis mit extranucleären polaren Plasmamassen (Periblem).
„ 12. Ende der Metakinesis (Periblem), an den Polen nucleolenähnliche Gebilde.
„ 13. Zellplattenbildung. Die extranucleäre Plasmamasse ist bloss bei einem Kerne zu sehen, der eben noch keinen Nucleolus besitzt (Periblem).
„ 14. Zwei Schwesterzellen nach eben beendeter Zelltheilung (Periblem). In der grösseren Zelle ein nucleolenähnliches Körperchen weit vom Pole entfernt.
„ 15. Anaphasis. An den Polen unregelmässige Plasmamassen.
„ 16. Bildung einer Kurzzelle in der äussersten Rindenschicht.

Fig. 17—19. Aus der Wurzelspitze von *Hibiscus calycinus*.
REICHARDT, Obj. 8, Oc. 4.

Fig. 17. Extranucleäre Spindelanlage (Periblem).

---

1) Fixirung mit FLEMMING'scher Lösung, Chromessigsäure oder Pikrin-Eisessig-Schwefelsäure, Schnittfärbung mit Fuchsin-S mit oder ohne Haematoxylin nach HEIDENHAIN, mit FLEMMING's drei Farben, Smaragdgrün-Fuchsin-S etc.

Fig. 18. Aster. An den Polen Nucleolarplatten, im Aequator der periphere Ring.
„ 19. Aster mit runden Nucleolen an den Polen und einem kleinen noch in der Nähe des Aequators.
„ 20. Pleromparenchym (Siebtheil) aus der Wurzelspitze von *Alnus glutinosa*. Den Kernen liegt je eine dichte Plasmamasse an.

---

## 36. Bohumil Němec: Ueber das Plagiotropwerden orthotroper Wurzeln.

Mit 5 Holzschnitten.

Eingegangen am 14. Mai 1901.

Die Erforschung der geotropischen Reizfelder, wie sie NOLL in seiner „Heterogenen Induction“ theoretisch abgeleitet hat, hat jetzt, nachdem die Art der Reception des Schwerkraftreizes für manche Fälle erkannt wurde, eine concrete Grundlage gewonnen. Ich habe, nachdem ich in der Localisation der Plasma-Ansammlung ein wichtiges Hülfsmittel zur Kenntniss der Qualität der sensiblen Plasmahäute erkannt habe[1]), speciell den plagiotropen Organen meine Aufmerksamkeit zugewandt und die Begrenzung der Reizfelder in den Plasmahäuten durch eingehendes Studium der erwähnten Ansammlungen klarzulegen versucht. Ich theile hier einige Resultate in aller Kürze mit, besonders aus dem Grunde, weil dieselben meine Anschauung über die Reception des Schwerkraftreizes in der Wurzelhaube vollständig bestätigen.

Wie ich in meiner soeben erschienenen Arbeit angedeutet habe, werden nicht zu junge Keimwurzeln[2]), wenn man dieselben in feuchter Luft oder in Wasser umgekehrt aufwärts stellt, nach einer gewissen Zeit plagiotrop, d. h. ihre Spitzen erreichen nicht die Verticale, was schon SACHS beobachtet hat. Die so behandelten Wurzeln von *Phaseolus nanus* wachsen zuweilen schnurgerade schief abwärts ohne dicht hinter dem Vegetationspunkt die Krümmung aufzuweisen, wie ich sie für *Vicia Faba* beschrieben habe (l. c. S. 94). Es kann gefolgert werden, wie das NOLL[3]) gethan hat, „dass Umstimmungen gegenüber

---

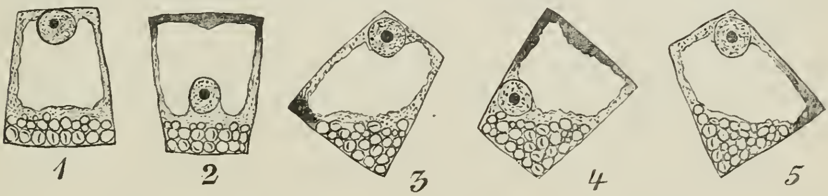
1) B. NĚMEC, Ueber die Wahrnehmung des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen. Jahrb. für wissenschaftl. Bot., Bd. 36, 1901.

2) Die ganz jungen, etwa bis 10 *mm* langen Wurzeln krümmen sich nach Umkehrung meist vollständig, d. h. sie erreichen die Lothrichtung auch in feuchter Luft oder in Wasser.

3) F. NOLL, Ueber Geotropismus. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. 35, 1900, S. 495.

Richtungsreizen eine Aenderung im massgebenden Zustand des reizempfänglichen Apparates selbst zu Grunde liegt". In unserem concreten Falle müsste sich die Qualität der sensiblen Plasmahäute an bestimmten Stellen verändert haben, und es ist nicht unmöglich, dass sich dies mit Hülfe der localen Plasma-Ansammlungen nachweisen liesse. Es ist mir thatsächlich dieser Nachweis gelungen.

In einer orthotropen Wurzel berühren die Stärkekörner die sensible Plasmahaut (Fig. 1), die auf diesen Druck abgestimmt ist und sich dadurch von den übrigen Theilen der Plasmahaut unterscheidet. Wird sie von diesem Druck befreit, so werden in ihr Processe ausgelöst, welche zu einer starken Plasma-Ansammlung führen. Das geschieht z. B. nach Umkehrung der Wurzel (Fig. 2).




Halbschematische Darstellungen der receptiven Zellen aus der Wurzelhaube von *Phaseolus nanus*.

Fig. 1 orthotrope Wurzel in stabiler Ruhelage. Fig. 2 dieselbe in labiler Ruhelage. Fig. 3 plagiotrope Wurzel in stabiler Ruhelage. Fig. 4 um 180° aufwärts umgekehrt. Fig. 5 plagiotrop gewordene Wurzel um 360° — 2 *G* aus der neuen Ruhelage verschoben.

In einer plagiotropen Wurzel wird ein Theil dieser Fläche nur theilweise von den specifisch schwereren Körperchen bedeckt. Es ist merkwürdig, dass jener Theil, der hier frei vom Drucke ist, auch jetzt eine Plasma-Ansammlung zeigt (Fig. 3). Wird nun eine solche Wurzel um 180° umgekehrt gestellt (schief aufwärts), so erscheint eine neue Plasma-Ansammlung an der ganzen, früher von den specifisch schwereren Körperchen bedeckten Fläche (Fig. 4). Ein Vergleich der Figuren 2 und 4 zeigt sofort die beträchtlichen Unterschiede zwischen der Receptionszelle eines orthotropen Organs und derjenigen eines plagiotropen. Diese Figuren beziehen sich auf die axilen Reihen der Wurzelhaube. In den seitlichen, besonders den äusseren Reihen der receptiven Zellen, liegen die Verhältnisse etwas anders. Ich werde dieselben in der definitiven Arbeit ausführlich beschreiben. Hier mag nur nochmals darauf hingewiesen werden, dass die Qualitäten der sensiblen Plasmahäute in orthotropen Wurzeln anders vertheilt sind als in den Hauben der plagiotropen Wurzeln.

Sollte diesen Verhältnissen diejenige Bedeutung zukommen, welche ich ihnen im Sinne der NOLL'schen Begrenzung der geotropischen Reizfelder zuschreibe, so müssten die orthotropen Keimwurzeln, welche

es mir gelungen ist plagiotrop zu machen, die Plasma-Ansammlungen in derselben Vertheilung aufweisen, wie die plagiotropen Seitenwurzeln. Das ist thatsächlich der Fall. Ich habe ganz überzeugende Resultate bei *Phaseolus nanus* erhalten und empfehle diese Pflanze überhaupt wegen der deutlichen Reaction in den receptiven Haubenzellen zur Untersuchung.

Die umgekehrt aufwärts in feuchte Luft gestellten, 1,5—2 *cm* langen Keimwurzeln erreichen bei der Krümmung nie die Verticale, sondern erreichen eine neue Ruhelage in einer mehr oder weniger von der Lothlinie abweichenden Richtung. Sie zeigen dann an den von specifisch schwereren Körperchen nicht bedeckten Theilen der morphologisch unteren Wände dieselbe Plasma-Ansammlung, wie sie für plagiotrope in derselben schiefen Richtung wachsende Seitenwurzeln charakteristisch ist (Fig. 3). Wird nun die Wurzel so gestellt, dass der früher von den Körperchen bedeckte Theil der sensiblen Plasmahäute vom Druck befreit wird, erscheint an demselben eine starke Plasma-Ansammlung, die ganz derjenigen gleich ist, welche man in plagiotropen Seitenwurzeln trifft (Fig. 4). Ueberzeugend ist auch ein Vergleich der schief wachsenden, in ihrer neuen Ruhelage fixirten Hauptwurzel mit einer ähnlichen, jedoch um $360° - 2\,G$ ($G$ = Grenzwinkel) aus der Ruhelage abgelenkten und etwa nach 45 Minuten fixirten Wurzel. Die Plasma-Ansammlung ist in diesen Wurzeln auf eine viel grössere Fläche vertheilt, als bei den in ihrer Ruhelage fixirten Wurzeln, wie das aus dem Vergleiche der Figuren 3 und 5 ersichtlich ist.

Aus den angeführten Thatsachen folgt, dass bei den umgekehrt aufwärts gestellten Wurzeln, die während der Reizung plagiotrop geworden sind, der Zustand des reizempfänglichen Apparates verändert wurde. Eine orthotrope Wurzel ist plagiotrop geworden und gleichzeitig lässt sich eine Veränderung in den topographischen Verhältnissen der Qualität der sensiblen Plasmahäute in der Wurzelhaube beobachten. Es stellen sich dieselben Verhältnisse ein, welche man in einer plagiotropen Seitenwurzel trifft. Ich sehe hierin einen neuen Beweis für die Richtigkeit meiner Anschauung über die Art der Wahrnehmung des Schwerkraftreizes bei den typischen Wurzeln. Weiter liegt hierin eine erfreuliche Bestätigung der von Noll auf Grund theoretischer Erwägungen ausgesprochenen Ansicht, dass Umstimmungen gegenüber Richtungsreizen eine Aenderung in der receptiven Structur ihren Grund haben.

Die schematische Darstellung der geotropischen Reizfelder, wie sie Noll in seiner „Heterogenen Induction“ gegeben hat, passt zwar nicht für jede einzelne Zelle des receptiven Zellencomplexes einer plagiotropen Wurzel. Doch dürfen nicht bloss die axil gelegenen Zellen der Haube berücksichtigt werden, sondern auch die

receptiven Zellen der peripheren Reihen, in welchen die auf einen Druck abgestimmten Plasmahäute nach aussen verschoben sind, so dass daraus Verhältnisse resultiren, welche zunächst mit NOLL's Darstellung der geotropischen Reizfelder eines dorsiventralen Organs übereinstimmen. Als plagiotrop erscheinen die Wurzeln darum, weil ihnen durch eine Reizung sehr leicht eine neue Orientirung der dorsiventralen geotropischen Reizfelder inducirt wird. Ich werde diese Sachen später eingehend behandeln.

Das Plagiotropwerden einer orthotropen Wurzel durch einen bestimmten, lange andauernden geotropischen Reiz ist auch darum wichtig, als hier ein klares Beispiel vorliegt, dass auch bei den Pflanzen die Reaction qualitativ durch vorhergegangene Reize modificirt werden kann. Wird eine orthotrope Wurzel horizontal gelegt, so krümmt sie sich, bis sie wieder die Lothlinie erreicht. Hingegen krümmt sich eine plagiotrop gewordene Wurzel nur so lange, bis sie etwa ihren Grenzwinkel erreicht hat. Dieses abweichende Verhalten einer ursprünglich doch auch orthotropen Wurzel, wurde durch den vorhergegangenen Reiz, der die Wurzel plagiotrop gemacht hat, verursacht. Man könnte da an einen Vergleich mit den in der Zoophysiologie jetzt als Antiklisen oder besser nach H. E. ZIEGLER[1]) als eubiontische Reactionen bezeichneten Vorgängen denken. Doch ist die Aehnlichkeit eine nur äusserliche. Denn bei den Thieren, die ein Nervensystem besitzen, handelt es sich bei eubiontischen Reizerscheinungen um neue, im individuellen Leben ausgebildete oder modificirte nervöse Bahnen, wogegen in unserem Fall die Veränderung lediglich das receptive Organ betrifft.

---

## 37. A. Ursprung: Beitrag zur Erklärung des excentrischen Dickenwachsthums.

Mit Tafel XVI.

Eingegangen am 22. Mai 1901.

Das excentrische Dickenwachsthum der Schäfte und Aeste ist eine längst bekannte Erscheinung, deren Erklärung schon auf den verschiedensten Wegen gesucht wurde. Wenn aber trotz der vielen Anstrengungen eine befriedigende Lösung bis jetzt noch nicht ge-

1) H. E. ZIEGLER, Theoretisches zur Thierpsychologie und vergleichenden Neurophysiologie. Biol. Abth. Bd. XX. 1900.

lungen ist, so muss jeder weitere Erklärungsversuch völlig gerechtfertigt erscheinen.

Bereits früher[1]) habe ich ein paar Andeutungen über einen neuen Erklärungsversuch gemacht, und ich betrachte es als den Zweck dieser Abhandlung, den damals ausgesprochenen Gedanken weiter auszubauen.

Während bis jetzt die verschiedenen Arten des excentrischen Dickenwachsthums meist auf verschiedene Weise erklärt wurden, möchte ich, indem ich alle Arten des excentrischen Dickenwachsthums von einem Gesichtspunkte aus betrachte, auch den Versuch einer einheitlchen Erklärung machen. Diesen Gesichtspunkt gewinnen wir dadurch, dass wir uns auf den Standpunkt des Ingenieurs stellen, indem wir unser Interesse vor allem den kühnen mechanischen Constructionen zuwenden, die uns die Natur beinahe in jeder Pflanze vorführt. In Uebereinstimmung mit dem allgemeinen Satze von der Zweckmässigkeit in der Natur, wurde nun, in den untersuchten Fällen, auch die mechanische Festigung als äusserst zweckmässig erkannt. So hat unter anderem SCHWENDENER in seinem „Mechanischen Princip" diesen Satz bei den Monocotylen auf's Trefflichste bestätigt gefunden, und METZGER hat neuerdings in verschiedenen Abhandlungen gezeigt, dass der Bau der Schäfte und Aeste gerader, symmetrisch gewachsener Coniferen diesem Satze mit mathematischer Genauigkeit Genüge leistet, indem Schäfte und Aeste die Form der Träger von gleichem Widerstand besitzen. Das Neue in meinem Erklärungsversuch besteht nun einfach darin, dass ich dieses alte, schon längst erkannte Princip der möglichst zweckmässigen mechanischen Festigung auf das excentrische Dickenwachsthum auszudehnen suche.

Bekanntlich unterscheidet man nach C. SCHIMPER[2]) drei Arten von excentrischem Dickenwachsthum. Man spricht von Hyponastie, Epinastie und Diplonastie, je nachdem ein nicht verticaler Ast auf der Unterseite, der Oberseite oder zugleich auf Unter- und Oberseite stärker entwickelt ist. Die gleichen Bezeichnungen werden auch auf excentrische, nicht vertical stehende Stämme und Wurzeln angewendet. Der Querschnitt der excentrischen Organe zeigt in der Regel elliptische Gestalt.

Nach diesen orientirenden Bemerkungen soll nun an erster Stelle das excentrische Dickenwachsthum nicht verticaler Aeste zur Sprache gelangen. Der Querschnitt solcher Aeste ist in der Regel elliptisch

1) URSPRUNG, Beiträge zur Anatomie und Jahresringbildung tropischer Holzarten. Inaug.-Diss., Basel 1900.

2) Amtlicher Bericht über die 31. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Göttingen im September 1854.

mit vertical gerichteter grosser Achse[1]), gleichgültig ob Hypo-, Epi- oder Diplonastie vorhanden ist. Der elliptische Querschnitt ist also das Gemeinsame, verschieden ist nur die Art und Weise seiner Entstehung. Daneben giebt es allerdings auch nichtverticale Aeste mit rundem Querschnitt und solche mit elliptischem Querschnitt, bei dem die grosse Achse nicht vertical[2]) liegt.

Ich beginne mit dem Fall eines elliptischen Querschnittes mit vertical gerichteter grosser Achse, als dem am häufigsten vorkommenden und, vom Standpunkte unserer Theorie aus, am einfachsten zu erklärenden. Es liegt auf der Hand, dass bei gleicher Querschnittsfläche, also gleichem Materialaufwand, der Ast mit elliptischem Querschnitt und verticaler grosser Achse eine grössere Biegungsfestigkeit besitzt als der mit rundem Querschnitt, denn die zur Hervorbringung einer bestimmten Deformation nothwendige Kraft ist proportional der dritten Potenz der Höhe, aber nur der ersten Potenz der Breite des Querschnittes. Wird ein an dem einen Ende eingemauerter, prismatischer Balken (Taf. XVI, Fig. 1) von der Länge $l$ und dem Elasticitätsmodul $E$ von einer am freien Ende angreifenden Kraft $P$ nach unten gezogen, so ist die Senkung des freien Endes der sogenannte Biegungspfeil $\lambda$:

$$\lambda = \frac{Pl^3}{3ET}$$

wo $T$ das Trägheitsmoment des Querschnittes zur neutralen oder Schwerpunktsachse bedeutet. Je nach der Querschnittsform hat nun $T$ und somit auch $\lambda$ einen andern Werth. Für einen kreisförmigen Querschnitt vom Durchmesser $d$ ist

$$T = \frac{\pi}{64} \cdot d^4$$

Für einen elliptischen Querschnitt mit verticaler grosser Halbachse $\frac{h}{2}$ und horizontaler kleiner Halbachse $\frac{b}{2}$ ist

$$T = \frac{\pi}{64}\, b.\, h^3$$

Die zur Hervorbringung desselben $\lambda$ nothwendige Kraft ist somit bei kreisförmigem Querschnitt

$$P_k = \frac{3}{64} \cdot \frac{\pi E \lambda}{h^3} \cdot d^4$$

bei elliptischem Querschnitt

$$P_e = \frac{3}{64} \cdot \frac{\pi E \lambda}{l^3}\, b. h^3.$$

1) Bei nicht horizontalen Aesten steht die grosse Achse allerdings nicht vertical, sondern nur senkrecht auf einer in der Querschnittsfläche liegenden Horizontalen. Der Einfachheit wegen nenne ich aber auch eine solche Achse vertical.

2) Vertical wieder in dem allgemeineren Sinne verstanden.

Setzen wir den constanten Factor $\frac{3}{64} \cdot \frac{\pi E \lambda}{l^3} = 1$, so wird

$$P_k = d^4$$
$$P_e = bh^3.$$

In der folgenden Tabelle sind nun für constantes $\lambda$ die entsprechenden Werthe von $P$ berechnet für Balken von kreisförmigem und elliptischem Querschnitt, welche gleiche Länge, gleichen Elasticitätsmodul und gleichen Querschnittsinhalt besitzen. Sämmtliche Ellipsen haben eine verticale grosse Achse und gleichen Inhalt mit einem Kreis von 20 *cm* Radius. Die auf einen bestimmten Querschnitt sich beziehende Kraft ist jeweils hinter den Angaben der Achsenlänge angeführt. $P_k$ wurde hierbei willkürlich = 1000 gesetzt.

| Halbe grosse Achse | Halbe kleine Achse | $P$ |
|---|---|---|
| 20,0 | 20,0 | 1000 |
| 21,1 | 19,0 | 1116 |
| 22,2 | 18,0 | 1231 |
| 23,5 | 17,0 | 1379 |
| 25,0 | 16,0 | 1563 |
| 26,7 | 15,0 | 1784 |
| 28,6 | 14,0 | 2047 |
| 30,8 | 13,0 | 2374 |
| 33,3 | 12,0 | 2770 |
| 36,4 | 11,0 | 3316 |
| 40,0 | 10,0 | 4000 |

Hieraus ist ersichtlich, dass durch elliptische Ausbildung des Querschnitts, d. h. durch excentrisches Dickenwachsthum bei gleichem Materialaufwand die Festigkeit ganz enorm gesteigert wird. So ist die zu einer bestimmten Deformation nothwendige Kraft bei einem Achsenverhältniss von 1,5 : 1 anderthalbmal so gross, von 2 : 1 zweimal so gross, von 3 : 1 dreimal so gross als bei rundem Querschnitt.

Elliptischer Querschnitt wird also vor allem da von Vortheil sein, wo es sich darum handelt, möglichst grosse Festigkeit zu erlangen oder aber die nothwendige Festigkeit mit möglichst wenig Material zu erzielen. Die wenigen bisher angestellten Messungen zeigen, dass der Baum auch bestrebt ist, diese Vortheile auszunützen. So finden wir die stärkste elliptische Ausbildung des Querschnitts an der Astbasis, also an der Stelle, an welcher auch das Moment der biegenden Kraft am grössten ist. Für einen nach oben geneigten Ast von *Pinus silvestris*, der mit der Verticalen einen spitzen Winkel von ca. 60° bildete und auf eine Entfernung von 2 *m* vom Ansatz weg gerade war, be-

rechnet sich nach Angaben von SCHWARZ[1]) das Verhältniss der Achsen des elliptischen Querschnitts an der Ansatzstelle und 2 *m* davon entfernt zu 1,4 : 1 und 1,1 : 1. Die Stelle der stärksten mechanischen Beanspruchung zeigt also die grösste Abweichung des Querschnitts von der ursprünglichen Kreisform. Wie nun ferner auch für ein und denselben Querschnitt die biegende Kraft nicht constant ist, sondern mit dem Alter des Baumes, d. h. mit Länge und Gewicht des Astes wächst, so nimmt auch, wie nachstehende Tabelle zeigt, mit den Jahren die Excentricität zu[2]).

| Alter in Jahren | Verhältniss des verticalen zum horizontalen Durchmesser |
|---|---|
| 4 . . . . . . . . | 1 : 1 |
| 14 . . . . . . . . | 1,05 : 1 |
| 24 . . . . . . . . | 1,04 : 1 |
| 34 . . . . . . . . | 1,11 : 1 |
| 44 . . . . . . . . | 1,26 : 1 |
| 54 . . . . . . . . | 1,31 : 1 |
| 64 . . . . . . . . | 1,37 : 1 |
| 82 . . . . . . . . | 1,40 : 1 |

Die Ausbildung des elliptischen Querschnittes kann nun auf drei verschiedene Arten vor sich gehen, durch Hyponastie, Epinastie oder Diplonastie. Wie wir durch Anwendung des Satzes an von möglichst zweckmässigen mechanischen Festigung zur Erklärung des excentrischen Dickenwachsthums im Allgemeinen gelangt sind, so wollen wir auch mit Hilfe desselben Satzes versuchen das excentrische Dickenwachsthum im Einzelnen dem Verständniss näher zu bringen. Es leuchtet ein, dass bei einer Construction, wie wir sie in Fig. 2 vor uns sehen, die Verstärkungen (punktirt) auf der Oberseite angebracht werden, bei Fig. 3 dagegen auf der Unterseite. Lassen wir nun die Strecken ab *b c* etc. sowohl in Fig. 2 als in Fig. 3 immer kürzer werden, an Zahl aber entsprechend zunehmen, so erhalten wir in 2 das Schema der Epinastie, in 3 dasjenige der Hyponastie. In beiden Fällen ist der Materialaufwand ein minimalster, da die Verstärkungen auf der kürzeren concaven Seite angebracht wurden. Unter den bis jetzt auf ihr Dickenwachsthum geprüften Bäumen haben die Aeste der Laubhölzer gewöhnlich eine schief nach oben

1) SCHWARZ, Dickenwachsthum und Holzqualität von *Pinus silvestris*. Berlin 1899, S. 162, Taf. I, Fig. 4 und 5.

2) SCHWARZ, l. c. Taf. I, Fig. 4.

gerichtete Lage, während die Coniferenäste in der Regel horizontal stehen oder nach unten geneigt sind. Dies ist wohl verständlich, wenn man bedenkt, dass jeder Baum bestrebt sein muss, seine Blätter so viel als möglich dem Lichte zuzuführen. Während nun dieses Emporheben der assimilirenden Organe bei den Coniferen gewöhnlich durch den Stamm besorgt wird, der meist als Monopodium ausgebildet bis in die äusserste Baumspitze reicht, ist dies bei der Mehrzahl der Laubhölzer nicht der Fall. Hier haben die Aeste auch die Aufgabe die Blätter zum Licht emporzuführen. In Folge dessen nehmen die dominirenden Laubholzäste in der Regel eine verticale oder schief nach oben geneigte Stellung ein, während bei den Coniferen eine horizontale oder selbst abwärts geneigte Lage meist völlig genügt. Der Laubholzast wird daher mehr oder weniger die in Fig. 2, der Coniferenast die in Fig. 3 dargestellte Form annehmen. Werden ferner auch die Verstärkungen in der angedeuteten Weise angebracht, so müssen die Laubholzäste epinastisch, die Coniferenäste hyponastisch sein. Der Satz von der möglichst zweckmässigen mechanischen Festigung verlangt also gerade die Art des excentrischen Dickenwachsthums, welche sich in der Natur findet. Wenn nun auch im Grossen und Ganzen die Coniferen als hyponastisch, die Laubhölzer als epinastisch bezeichnet werden können, so erleidet diese Regel doch zahlreiche Ausnahmen. Bei den Coniferen wurde allerdings bisher nur Hyponastie constatirt, dagegen zeigen die Laubhölzer mannigfache Abweichungen und Unregelmässigkeiten, die es nothwendig machen, die Sache etwas eingehender zu verfolgen. Da die Unregelmässigkeiten bei den regelmässig gebauten Coniferen am geringsten, bei den unregelmässig gebauten Laubhölzern am grössten sind, so liegt die Vermuthung nahe, dass eine Beziehung bestehe zwischen der Richtung und äusseren Form einerseits und dem excentrischen Dickenwachsthum andererseits. Es dürfte daher interessant sein zu untersuchen, in welcher Art das Dickenwachsthum, bei verschiedener Lage und Form eines Astes zu modificiren ist, wenn die mechanische Festigung auf möglichst zweckmässige Weise erreicht werden soll.

Als erstes Beispiel diene ein gerader, schief nach oben gerichteter Ast. Es ist diejenige Art excentrischen Dickenwachsthums anzugeben, welche in diesem Fall von unserem Standpunkt aus den grössten Vortheil bietet. Soll die Construction mit möglichst wenig Materialaufwand ausgeführt werden, so ist entschieden Epinastie am Platze. Es leuchtet aber auch ohne Weiteres ein, dass das Plus an plastischem Material, das bei Hyponastie verwendet werden müsste, nicht gross ist, der Vortheil somit nur ein geringer sein kann. Liegt der Ast gar horizontal, so muss die Wahrscheinlichkeit für Epinastie, Hyponastie und Diplonastie als gleich bezeichnet werden.

Ein in Hinsicht auf die erreichte Wirkung vielleicht geringfügiger Factor dürfte hier den Ausschlag geben. Wenn eine Kugel auf der Spitze eines Kegels sich in labilem Gleichgewicht befindet, so genügt schon eine minimale Kraft sie zum Herunterrollen zu bringen. Wie hier der geringfügige Anstoss nicht für die Grösse der erlangten lebendigen Kraft massgebend ist, wohl aber die Bahn bestimmt, welche von der Kugel eingeschlagen wird, so dürfte auch beim excentrischen Dickenwachsthum in den in Rede stehenden Fällen irgend ein nebensächlicher Factor massgebend sein nicht für die Grösse und Richtung, wohl aber für den Sinn der Excentricität.

Es ist nun weiter zu bedenken, dass die bisherigen Betrachtungen für Aeste entweder mit homogenem oder zum horizontalen Durchmesser symmetrisch gebautem Querschnitt — Diplonastie — gelten. Sobald aber, wie bei Epi- und Hyponastie, Ober- und Unterseite verschieden ausgebildet sind, so wird auch die Zugfestigkeit auf der Oberseite eine andere sein als auf der Unterseite und ebenso die Druckfestigkeit der Unterseite verschieden sein von der der Oberseite. Während bei einem homogenen, radiären oder diplonastischen Ast an der Biegungsfestigkeit nichts geändert wird, wenn man den Ast um seine Längsachse um 180° dreht, so ist es für einen epi- oder hyponastischen Ast nicht undenkbar, dass eine solche Drehung um 180° auch eine Aenderung der Biegungsfestigkeit nach sich ziehen könnte. Denn ein und dasselbe Gewebe kann dem Zuge einen sehr grossen, dem Druck aber nur geringen Widerstand entgegensetzen. Sicheren Aufschluss hierüber können nur experimentelle Bestimmungen geben. Ich stellte diesbezügliche Versuche an mit einem 108 *cm* langen, excentrisch gewachsenen Sprossstück von *Fraxinus excelsior*. Leider ist mir nicht bekannt, ob dasselbe epi- oder hyponastisch, einem Ast oder Stamm entnommen war. Der Querschnitt ist ein Kreis mit einem Durchmesser von 111 *mm*; die übrigen Dimensionen sind in Fig. 4 angegeben. Der Balken wurde nun an dem einen Ende senkrecht zur Richtung der grössten Excentricität mit zwei parallelen Flächen versehen und in horizontaler Richtung mittelst des rechtwinklig zugeschnittenen Holzstückes $e$ und der Keile $K_1$ und $K_2$ zwischen zwei feste Lager eingekeilt. Das untere Lager bestand aus einer starken hölzernen Unterlage $u$, die auf dem auscementirten Kellerboden ruhte, das obere wurde von einem Bogen des Kellergewölbes gebildet. In der Nähe des vorderen Balkenendes wurde ein Gewicht $P$ von 20,6 *kg* angehängt. Die Belastung dauerte je 5 Minuten. In $H_1$, $H_2$ und $H_3$ waren Horizontalmikroskope mit Ocularmikrometer angebracht; $H_2$ und $H_3$ dienten zur Messung eines durch Nachgiebigkeit der Widerlager eventuell entstehenden Fehlers; mit $H_1$ wurde die Senkungsgrösse $\lambda$ bestimmt. Die mit allen nöthigen Correctionen versehenen Werthe von $\lambda$ sind

in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Die Versuche wurden hinter einander in der angegebenen Reihenfolge ausgeführt. Nach jeder Bestimmung wurde der Balken um 180° gedreht, so dass abwechslungsweise die Seiten *c* und *d* nach oben zu liegen kamen. In der letzten Colonne ist die Differenz zwischen je zwei auf einander folgenden Werthen von $\lambda$ — der jeweilig grössere Werth gleich 100 gesetzt — angegeben.

| nach oben gekehrte Seite | $\lambda$ in Millimetern | Differenz in Procenten |
|---|---|---|
| *d* . . . . . . . . | 2,49 | |
| | | 12,9 |
| *c* . . . . . . . . | 2,17 | |
| | | 11,1 |
| *d* . . . . . . . . | 2,44 | |
| | | 5,7 |
| *c* . . . . . . . . | 2,30 | |
| | | 4,2 |
| *d* . . . . . . . . | 2,40 | |
| | | 4,2 |
| *c* . . . . . . . . | 2,30 | |
| | | 9,1 |
| *d* . . . . . . . . | 2,53 | |
| | | 9,1 |
| *c* . . . . . . . . | 2,30 | |

Wie sich hieraus ergiebt, ist $\lambda$ im Mittel um 8 pCt. grösser, wenn die Seite stärksten Dickenwachsthums nach unten, als wenn sie nach oben gekehrt ist; es muss also für den untersuchten Fall — ceteris paribus — Epinastie ganz entschieden von Vortheil sein. Ob nun aber bei einem hypo- und einem epinastischen Ast derselben Species $\lambda$ in beiden Fällen am kleinsten ist, bei nach oben gekehrter Seite stärksten Wachsthums ist damit nicht gesagt; es ist sehr wohl möglich, dass bei Epi- und Hyponastie die Seiten stärksten und ebenso auch die Seiten schwächsten Zuwachses nicht gleich gebaut sind und dass dann auch für den epinastischen Ast die grösste Biegungsfestigkeit erreicht wird, wenn die Seite stärksten Dickenwachsthums nach oben, bei hyponastischem Ast dagegen, wenn sie nach unten gekehrt ist. Es folgt hieraus, dass die Zahl solcher Untersuchungen noch bedeutend vermehrt werden muss, ehe es möglich ist aus den gefundenen Resultaten allgemeine Schlüsse zu ziehen. Nachgewiesen ist nur, dass die Biegungsfestigkeit in derselben Richtung in verschiedenem Sinn verschieden sein kann, eine Thatsache, die für die Frage des excentrischen Dickenwachsthums nicht ohne Bedeutung sein dürfte.

Von einem besonderen Schutz gegen Biegung haben wir bis jetzt nur in solchen Fällen gesprochen, in welchen die Querschnittsfläche eine Ellipse mit verticaler grosser Achse war. Es finden sich in der Natur aber auch excentrisch gewachsene Aeste mit rundem Querschnitt. Durch Verlegung des stärksten Dickwachsthums auf die concave Seite eines gebogenen Astes kann natürlich auch in diesem

Falle an Material bedeutend gespart werden. Dieser Vortheil ist aber nicht der einzige. Wie nämlich HARTIG[1]) für *Pinus* nachgewiesen hat, zeigen bei Hyponastie die Zellen auf der Unter-, in weniger hohem Grade auch auf der Oberseite einen, von der normalen Gestalt abweichenden Bau, indem sie unter anderm bedeutend dickwandiger, für mechanische Beanspruchung also viel zweckmässiger gebaut sind. Mit dieser Verdickung der Zellwände wird dasselbe erreicht, wie mit der Ausbildung eines elliptischen Querschnitts: grössere Festigkeit tn Richtung der biegenden Kraft. Aus den Ausgaben von HARTIG ist ferner zu ersehen, dass das specifische Gewicht des Holzes auf der Astunterseite um so grösser wird, je mehr man sich der Astbasis nähert, je grösser also das Moment der biegenden Kraft ist. Der Schutz ist natürlich um so wirksamer, wenn die Ausbildung elliptischen Querschnitts mit der Verdickung der Membran Hand in Hand geht. Ob Aehnliches auch für die Laubhölzer gilt, ist noch nicht zu sagen, da analoge Untersuchungen, wie sie von HARTIG für *Pinus* angestellt wurden, für Laubhölzer meines Wissens noch gänzlich fehlen. Die Verdickung der Membran dürfte voraussichtlich in allen den Fällen mehr zurücktreten und durch elliptische Querschnittform ersetzt werden, in welchen starke Biegungsfestigkeit gefordert wird, zugleich aber auch grosses Bedürfniss nach guten Leitungsbahnen vorhanden ist.

Den bisherigen Betrachtungen wurden gerade oder einfach gebogene Aeste zu Grunde gelegt. Es soll nun ein etwas complicirterer Fall betrachtet werden, in welchem der Ast eine der Fig. 6 ähnliche Gestalt besitzt. Der Ast als Ganzes betrachtet hat eine schief nach oben geneigte Lage, die durch die punktirte Linie angedeutet sein soll. Wir müssten also, bei möglichster Materialersparniss Epinastie erwarten. Verfolgen wir den Ast hingegen von der Basis bis zur Spitze, immer nur eine kürzere Strecke in's Auge fassend, so würden wir ihm von *a* bis *b* Epinastie, von *b* bis *c* Hyponastie, von *c* bis *d* Epinastie und von *d* bis *e* centrisches Wachsthum zusprechen. Wird nun aber der Ast einer kleinen Biegung wegen das sonst weitaus dominirende epinastische Wachsthum aufgeben, oder aber wird er die mit der consequenten Beibehaltung der Epinastie verbundene Materialvergeudung mit in Kauf nehmen? Aehnlich könnte man sich fragen, ob bei einem nach oben gekrümmten Coniferenast die sonst zur Regel gewordene Hyponastie eine Ausnahme erleidet oder ob der Baum die Hyponastie als inhärente, durch Vererbung erworbene Wachsthumsform überhaupt nicht aufgeben kann; ein Versuch von WIESNER[2]) spricht für das letztere. Hierüber können nur zahl-

---

1) R. HARTIG, Rothholz der Fichte. Forstl. naturw. Zeitschrift, V. Jahrg., 1896.

2) WIESNER, Ueber Trophieen nebst Bemerkungen über Anisophyllie. Ber. der Deutsch. Bot. Ges., Bd. XIII, 1895, S. 488.

reiche diesbezügliche Untersuchungen Aufschluss geben. Je complicirter die äussere Form ist, um so verwickelter wird sich auch das Dickenwachsthum gestalten. Betrachten wir einen sehr unregelmässig gebauten Ast aus einiger Entfernung, so werden wir nur die Hauptform desselben sehen können; zur Erkennung von Details sind wir noch zu weit entfernt. Je näher und näher wir kommen, um so zahlreichere Krümmungen werden sichtbar, die selbst wieder Unterkrümmungen aufweisen. Construiren wir so, nach unseren Regeln Schritt für Schritt für einen Astquerschnitt seine Form und die Lage des Markes, so werden wir beides bei dem Hinzukommen von Krümmungen erster und höherer Ordnung beständig wieder verändern müssen. Da ferner die stereometrische Gestalt der Krone keine constante ist, sondern von Jahr zu Jahr wechselt, so sind Richtung und Stärke der durch das Kronengewicht erzeugten Biegungskräfte nicht mehr zu bestimmen und somit auch eine allfällige Anpassung des excentrischen Wachsthums nicht mehr zu constatiren, es müsste denn die Gestalt des Baumes von Jugend an aufgezeichnet worden sein.

Wenn bis jetzt von mechanischer Festigung gesprochen wurde, so handelte es sich immer um eine Reaction gegen die allerdings zunächst liegende, durch das Gewicht des Astes bedingte biegende Kraft; von einer Einwirkung des Windes wurde absichtlich abgesehen. Die Schutzwirkung des Astes gegen den parallel der Erdoberfläche einherstreichenden Wind muss offenbar in einer Vergrösserung des horizontalen Durchmessers bestehen. Die Biegungskraft setzt sich in diesem Fall somit aus einer horizontalen und verticalen Componente zusammen. Der grösste Querschnittsdurchmesser muss also, wenn er in die Richtung der resultirenden Kraft fallen soll, schiefe Lage haben. Je stärker, ceteris paribus, der Wind weht, um so mehr wird die Richtung des grössten Durchmessers von der Verticalen abweichen. Je mehr sich ferner die Längsachse des Astes der Verticalen nähert, um so geringer wird die, durch das Gewicht des Astes verursachte Biegungskraft, und um so deutlicher wird sich an der Querschnittsform die Wirkung des Windes erkennen lassen. Weht der Wind beständig nur in einem Sinn, von links oder von rechts, so wird bei einem nicht verticalen Ast der grösste Durchmesser etwas schief nach links oder rechts geneigt sein; weht der Wind dagegen gleich stark abwechselnd von links und rechts, so wird auch nach beiden Seiten hin stärkeres Wachsthum erfolgen. Da die vertical gerichteten Biegungskräfte constant und mit bedeutender Stärke wirken, so muss in der weitaus grössten Mehrzahl der Fälle und vor allem bei Bestandesbäumen der Einfluss des Windes, also der horizontal wirkenden Biegungskräfte, zurücktreten.

Weitere Complicationen kommen hinzu durch die in Folge einseitiger Ausbildung der vom Ast abgehenden Seitenzweige entstehenden Torsionskräfte.

Aus dem Gesagten ist zur Genüge ersichtlich, dass von unserem Standpunkt aus eine grosse Regelmässigkeit in der Art der Ausbildung des excentrischen Dickenwachsthums nicht zu erwarten ist.

Es kann daher auch nicht auffallen, dass sich in Bezug auf die Art des Dickenwachsthums einer bestimmten Species die widersprechendsten Angaben gegenüber stehen.

Einfacher als beim Ast liegen die Verhältnisse in der Regel beim Stamm. In Uebereinstimmung mit der meist verticalen Stellung ist auch der Querschnitt in der Regel ein Kreis mit centrisch gelegenem Mark. Excentrischer Bau findet statt bei Schiefstellung und ferner bei verticalem Schaft dann, wenn der Wind einseitig auf denselben einwirkt oder die Krone einseitig ausgebildet ist. Aus dem bis jetzt bekannten Thatsachenmaterial folgt, dass bei geraden, schiefstehenden Stämmen entweder die Ober- oder die Unterseite im Wachsthum stärker gefördert ist. Für die Coniferen wurde Hyponastie, für die untersuchten Laubhölzer Epinastie festgestellt. Gerade, verticale Stämme zeigen excentrisches Dickenwachsthum bei einseitiger Einwirkung des Windes oder einseitiger Ausbildung der Krone. Weht der Wind in einer Richtung und einem Sinn, so findet das stärkere Dickenwachsthum in derselben Richtung und zwar, so viel bekannt, auf der vom Wind abgekehrten Seite statt. Weht der Wind in einer Richtung, aber abwechselnd gleich stark in entgegengesetztem Sinn, so wird auch das Dickenwachsthum nach beiden Seiten hin gefördert In all diesen Fällen ist die Ausbildung excentrischen Dickenwachsthums als eines Mittels zur Erhöhung der Biegungsfestigkeit leicht verständlich. Auch die von HARTIG bei *Pinus* constatirte, mit dem stärkeren Dickenwachsthum verbundene Verdickung der Zellwände ist natürlich eine im gleichen Sinn wirkende Schutzvorrichtung, die schon von HARTIG deutlich erkannt worden ist. Bei einseitiger Ausbildung der Krone ist das Dickenwachsthum auf der geförderten Kronenseite am stärksten. Hier dürfte, ausser den schon bekannten Faktoren auch noch die Ausbildung der Leitungsbahnen von Einfluss sein, welche, wenn sie eben möglichst zweckmässig vor sich gehen soll, nothwendiger Weise auf der stärker beasteten Seite hauptsächlich zu erfolgen hat[1]). Ich glaube, wir können auch in diesem Fall die auf so unsicheren Füssen stehende Ernährungstheorie völlig entbehren. Wirken Wind und einseitige Kronenausbildung, unter Umständen auch noch Schiefstellung, zusammen, so können die Verhältnisse auch bei geraden Stämmen sehr complicirt werden. Hierbei ist ferner zu bedenken, dass die Windrichtung nicht so einfach zu bestimmen ist, kann doch der Wind durch Bäume und Bodenerhebungen gar leicht aus seiner

1) Aehnliches gilt natürlich auch für die Aeste.

ursprünglichen Richtung abgelenkt werden; auch die Einwirkung desselben Windes ist auf verschiedene Bäume, je nach der Kronenausbildung verschieden. Besonders starkes Dickenwachsthum des Stammes an der Ansatzstelle kräftiger Aeste dient ebenfalls dem Zweck der mechanischen Festigung, welchen der Baum und der Ingenieur auf ähnliche Weise erreichen, indem sie die Verstärkungen (punctirt) Fig. 7 entweder auf der Ober- oder auf der Unterseite anbringen.

Verwickelter werden die Erscheinungen, wenn der Stamm nicht, wie bis jetzt angenommen, gerade ist, sondern Krümmungen aufweist. Das an den Biegungsstellen auftretende excentrische Dickenwachsthum befolgt aber eine sehr einfache Regel: Wie ich nämlich an in der Hauptsache verticalen Stämmen zu beobachten Gelegenheit hatte, zielt das excentrische Dickenwachsthum einfach darauf hinaus, sämmtliche Krümmungen so schnell als möglich auszugleichen. Als Beispiel sei ein ca. 15 *m* hoher Stamm von *Fraxinus excelsior* angeführt, welcher in einer Höhe von 2 *m* über dem Boden eine schwache Krümmung aufwies, oberhalb und unterhalb derselben aber gerade und vertical gerichtet war. Fig. 8a zeigt einen Längsschnitt durch die Krümmungsstelle, der Verlauf des Markes ist der Deutlichkeit wegen mit Tusche noch besonders markirt worden; der obere (Fig. 8b) und der untere Querschnitt (Fig. 8c) sind daneben abgebildet. Die vom Baum bewirkte Ausgleichung der Krümmungen steht nun aber wieder im Dienste der mechanischen Festigung. Denn das durch das Gewicht des Baumes hervorgerufene Drehungsmoment, welches den Stamm zu biegen sucht, ist Null, so lange der Stamm seiner ganzen Länge nach vertical ist (symmetrische Ausbildung der Krone vorausgesetzt), weil in diesem Fall der Hebelarm die Länge Null hat; sobald aber Biegungen auftreten, erhalten Hebelarm und Drehungsmoment endliche Werthe, werden um so grösser, je stärker die Biegungen sind und sinken, mit der Ausgleichung derselben wieder auf Null zurück.

Es giebt ferner auch einseitige, meist auf kleinere Abschnitte des Querschnitts beschränkte Wachthumsförderungen, die an und für sich mit der mechanischen Beanspruchung nicht im Zusammenhang stehen, sondern als individuelle Eigenthümlichkeiten aufzufassen sind, die aber unter Umständen, oft wohl auch mit Absicht, in den Dienst der machanischen Festigung treten können. Dies gilt vor allem für die sogenannte Spanrückigkeit, welche sich bei *Carpinus* in so ausgesprochenem Masse zeigt. Dass die vorspringenden Leisten des Stammes seine Biegungsfestigkeit erhöhen müssen, liegt auf der Hand, und dass bei den Aesten die Unterseite oft sehr bedeutend gefördert wird, ist entschieden auch keine zufällige Erscheinung.

Abweichungen von dem von uns zu erwartenden Dickenwachs-

thum werden sich in der Natur hauptsächlich am Wurzelanlauf bilden, an einer Stelle, welche so wie so die mannigfachsten Unregelmässigkeiten aufweist. Fällt nämlich die Ansatzstelle der obersten Wurzeln nicht in die Richtung der biegenden Kraft, so wird auch der grösste Stammdurchmesser häufig nicht mit derselben übereinstimmen. Die secundär durch das Dickenwachsthum auftretenden Verstärkungen werden sich an die bereits vorhandenen kräftigen Stützen anschliessen, so dass letztere bis zu einem gewissen Grade gleichsam als die Ausgangspunkte des basalen Festigungssystems zu betrachten sind.

Excentrisches Dickenwachsthum kann ferner auch eintreten, ohne dass der Ast oder Stamm besonderen Biegungskräften ausgesetzt ist, nämlich dann, wenn Ast oder Stamm bei ihrem Dickenwachsthum auf Widerstände stossen, welche ein Wachsthum in bestimmten Richtungen ausschliessen. Ein Beispiel soll diesen Fall illustriren. Es handelt sich um vier *Robinia*-Stämme, die in einem Viereck angeordnet waren und unten dicht an einander stiessen. Der Querschnitt der Stücke zeigt das in Fig. 9 schematisch dargestellte Bild. Ein gleichmässiges Dickenwachsthum war hier natürlich unmöglich, nachdem die dicker gewordenen Stämme sich gegenseitig drückten, es erfolgte daher die Ausdehnung des Stammes nach der freien Seite hin.

Aus der Auffassung, welche wir über das excentrische Dickenwachsthum gegeben haben, folgt auch, dass bei gleicher Grösse der biegenden Kraft verschiedene Bäume sich verschieden verhalten werden, indem die mit wenig widerstandsfähigem Holz bessere Schutzeinrichtungen zu treffen haben als die anderen. Wie weit dies zutrifft ist noch zu untersuchen.

Was endlich die Wurzel betrifft, so kann von unserem Standpunkt aus a priori behauptet werden, dass das Dickenwachsthum hier anders beschaffen sein muss als bei Stamm und Ast, spielt hier doch derjenige Factor die Hauptrolle, der bei Stamm und Ast nur in Ausnahmefällen von Einfluss war. Diesen Hauptfactor bilden die mechanischen Widerstände, welchen die Wurzel im Boden auf Schritt und Tritt begegnet und die eben ein Dickenwachsthum nach gewissen Richtungen hin unmöglich machen. Diese vorauszusehenden grossen Unregelmässigkeiten finden sich nun auch in der That; allerdings wird der Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung nicht leicht nachzuweisen sein, da es mit grossen Schwierigkeiten verbunden ist, die die Wurzel umgebenden mechanischen Widerstände auch nur einigermassen auszuforschen. Etwas durchsichtiger sind die Verhältnisse am Wurzelanlauf, wo die Wurzeln nach oben frei liegen. Das in verticaler Richtung erfolgende, der mechanischen Festigung in hohem Masse dienliche starke Dickenwachsthum wird

hier vorzugsweise auf der Oberseite stattfinden. Einmal braucht hierbei kein Bodendruck überwunden zu werden, dann wird aber auch durch die epinastischen, am Stamm emporreichenden Wurzeln eine bedeutend grössere Biegungsfestigkeit erzielt als durch hyponastische Ausbildung derselben Wurzeln. Die Bretterwurzeln, welche das angeführte Dickenwachsthum in so ausgesprochener Weise zeigen, dürften den vorliegenden Fall besonders deutlich illustriren.

Diese wenigen Auseinandersetzungen werden wohl zur Genüge zeigen, welches der Weg ist, auf welchem sich dieser Erklärungsversuch bewegt. Wie weit sich die einzelnen Specialfälle des excentrischen Dickenwachsthums auf diese Weise erklären lassen, hat die Zukunft zu zeigen. Immerhin hoffe ich dargethan zu haben, dass das mechanische Moment für die Erklärung des excentrischen Dickenwachsthums von hervorragender Bedeutung ist, und es dürfte zweckmässig sein, neben diesem Moment, dessen formbildender Einfluss durch zahlreiche Untersuchungen sicher nachgewiesen ist, erst dann andere Factoren von unbekannter oder zweifelhafter Wirkungsweise zur Erklärung herbeizuziehen, wenn dieselbe auf dem angedeuteten Wege nicht gegeben werden kann.

Basel, Botan. Institut.

## 38. E. Winterstein: Ueber die stickstoffhaltigen Bestandtheile grüner Blätter.

Vorläufige Mittheilung.

Eingegangen am 25. Mai 1901.

Während über die Proteïnstoffe der verschiedenen Organe und Flüssigkeiten des thierischen Organismus umfangreiche Untersuchungen vorliegen, die zu wichtigen Resultaten geführt haben, sind dagegen von den Proteïnsubstanzen der Pflanze fast nur diejenigen genauer untersucht, welche sich in den Samen finden und aus denselben durch Extraction mit verdünnter Lauge oder Kochsalzlösung dargestellt werden können.

Eingehendere chemische Untersuchungen über die Eiweissstoffe der vegetativen Organe, insbesondere der chlorophyllführenden, sind

mir nicht bekannt[1]). Bei Versuchen, die ich schon vor längerer Zeit mit grünen Blättern angestellt habe, erhielt ich Resultate, welche in manchen Punkten in Uebereinstimmung mit den in Bezug auf die Proteïnstoffe der Pilze gemachten Beobachtungen stehen. Ich gestatte mir daher, zunächst die an den letztgenannten Pflanzen gemachten Beobachtungen in aller Kürze mitzutheilen.

Extrahirt man das zuvor mit Aether und Alkohol erschöpfte feine Pilzpulver wiederholt mit Wasser, so geht ein grosser Theil der stickstoffhaltigen Substanzen in Lösung; diese Extracte geben weder beim Ansäuern mit verdünnter Essigsäure, noch beim Kochen Ausscheidung von Eiweisssubstanzen. Auch gelang es mir nicht, aus den Extracten, welche durch Behandlung des Pulvers mit 10procentiger Kochsalzlösung erhalten wurden, nach den bekannten Methoden Eiweiss abzuscheiden. Ich versuchte nun durch Behandeln der bei der Extraction mit Aether, Alkohol und Wasser verbliebenen Rückstände mit verdünnter 0,2 bis 1procentiger Natronlauge in der Kälte Eiweisssubstanzen zu gewinnen; trotzdem auch hier stickstoffreiche Lösungen erhalten wurden, fand auf Zusatz von Essigsäure oder Mineralsäuren nur geringe Ausscheidung statt. Diese Ergebnisse waren um so auffallender, als die verschiedenen Pilze nach den Resultaten der Analysen sehr viel Eiweissstoffe einschliessen mussten. Es gelang nun, aus den Pilzen durch Extraction mit gesättigter Barytlösung in der Kälte und Entfernen des Baryts aus der alkalischen Lösung mit Schwefelsäure Lösungen zu erhalten, welche die bekannten Farbenreactionen der Eiweissstoffe zeigten und beim Eindunsten schwach gefärbte Producte lieferten, deren Stickstoffgehalt mit demjenigen der Eiweissstoffe übereinstimmte. Es wurde ferner constatirt, dass 20procentige Salzsäure in der Wärme einen noch grösseren Bruchtheil der stickstoffhaltigen Verbindungen in Lösung bringt, als kalte Lauge; in diesen Lösungen bringt Phosphorwolframsäure einen dicken, voluminösen Niederschlag hervor, welcher, nach dem Zersetzen mit Baryt, eine hellgelbe Flüssigkeit liefert, die — nach Entfernen des Baryts — eine hellgelbgefärbte, in Wasser leicht lösliche Substanz hinterliess, welche die Reactionen der Eiweissstoffe zeigte, sie gab mit Natronlauge und verdünnter Kupfersulfatlösung die Biuretreaction, mit MILLON'schem Reagens trat beim Kochen eine Rothfärbung der ausgeschiedenen Flocken ein. Das erhaltene Product gab beim Erhitzen mit Schwefelsäure oder Salzsäure die für die Eiweissstoffe charakteristischen

---

1) Einige Beobachtungen hierüber liegen von TH. BOKORNY vor (Ueber das Vorkommen von Albumin, Albumose und Pepton in den vegetativen Pflanzentheilen. Archiv für die gesammte Physiologie von E. PFLÜGER, 1900). Schon vor einigen Jahren hat W. PALLADIN im hiesigen Laboratorium constatirt, dass Kochsalzlösung aus Blättern der Rosskastanie keine globulinähnlichen Körper auszieht.

Spaltungsproducte Leucin, Tyrosin und beträchtliche Mengen von Hexonbasen[1]).

Aus den mitgetheilten Beobachtungen scheint man schliessen zu dürfen, dass in den Pilzen die Eiweissstoffe in Verbindung mit anderen Atomcomplexen vorliegen und in Folge davon ein eigenthümliches Verhalten zeigen. Einige Beobachtungen, deren Mittheilung ich mir vorbehalte, machen es wahrscheinlich, dass die Eiweissstoffe in den untersuchten Pilzen in Verbindung mit Kohlenhydraten vorliegen[2]).

Ich gehe nun zur Beschreibung der Versuche über, die ich mit chlorophyllhaltigen Organen angestellt habe. Für die Versuche verwendete ich in der Regel je 100 *g* bei 40—45° getrockneter Objecte, deren Stickstoffgehalt nach KJELDAHL bestimmt war. Die Proteïnbestimmung wurde nach der Methode von STUTZER ausgeführt.

Das grob zerstossene oder auf der Mühle fein gemahlene Material wurde zunächst mit viel heissem Wasser ausgekocht[3]), der Rückstand mit warmem Wasser wiederholt ausgewaschen, gut abgepresst und nun in einem hohen Cylinder mit ca. 2 Liter Wasser unter Zusatz von etwas Lauge, so dass die Flüssigkeit deutlich alkalisch reagirte, einige Stunden digerirt, die alkalische, meistens klare Lösung wurde abgehebert, mit Essigsäure angesäuert, wobei die Lösungen bei allen den von mir untersuchten Pflanzen opalescent wurden, ohne dass eine eigentliche Ausscheidung stattfand, erst beim Kochen schieden sich kleine Mengen von Flocken in wechselnder Quantität aus. Die in den Cylindern verbliebenen Rückstände wurden nun 10 Stunden mit 1 procentiger Natronlauge in der Kälte behandelt, die erhaltenen alkalischen Extracte wie oben mit Essigsäure angesäuert und aufgekocht, hierbei schieden sich stets grössere Mengen von Flocken aus. Die in beiden Fällen erhaltenen Ausscheidungen wurden auf einem Filter gesammelt, mit Wasser ausgewaschen, alsdann in verdünnter Lauge gelöst und vom Ungelösten durch Filtration getrennt, aus der alkalischen Flüssigkeit wurde die in Lösung gegangene Substanz auf Zusatz von Essigsäure wieder abgeschieden, die Fällung, behufs Entfernung der Salze mit Wasser ausgewaschen, dann mit Alkohol ausgekocht, um den Farbstoff möglichst zu entfernen, zuletzt mit Aether behandelt und getrocknet. In einigen der so erhaltenen Präparate habe ich dann den Stickstoff nach KJELDAHL bestimmt. Im Folgenden theile ich die bei den beschriebenen Versuchen erhaltenen Resultate mit:

---

1) Eine vorläufige Mittheilung — „Ueber die stickstoffhaltigen Stoffe der Pilze" — habe ich in der Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. 24, S. 438 veröffentlicht. Die eingehendere Bearbeitung dieses Gegenstandes habe ich mittlerweile mit Hrn. J. HOFMANN durchgeführt. Eine Publication darüber steht bevor.

2) Bekanntlich enthalten die schleimigen Flüssigkeiten des thierischen Organismus solche Körper, die Glycoproteïde.

3) Das gleiche Endresultat erhält man beim Behandeln mit kaltem Wasser.

1. 100 *g* Blättchen von *Lupinus albus* gaben bei der Extraction mit Lauge 0,4 *g* eines dunkelgefärbten Präparats, welches beim Erhitzen mit MILLON'schem Reagens dunkelrothbraun gefärbt wurde; eine deutliche Biuretreaction konnte ich nicht constatiren. Die Substanz war nur zum Theil löslich in verdünnter Lauge.

Der Gesammtstickstoffgehalt der verwendeten Blättchen betrug 6,57 pCt., der Gehalt an Proteïnstickstoff 4,11 pCt.

2. Um die färbenden Beimengungen möglichst auszuschliessen, verfuhr ich mit Blättchen von Spinat (*Spinacea oleracea*) in folgender Weise: 50 *g* der bei 40—45° getrockneter Blätter wurden im Mörser möglichst fein zerrieben, das mehlige Pulver im Extractionsapparat 2 Tage mit Aether ausgezogen, darauf viermal mit je 250 *ccm* Alkohol ausgekocht, mit warmem Alkohol auf dem Filter ausgewaschen und zuletzt mit Wasser wiederholt ausgekocht; der dabei verbliebene Rückstand, welcher 7,15 pCt. enthielt, wurde in der oben angegebenen Weise weiter behandelt. Ich erhielt 0,6 *g* eines hellgraugefärbten Präparats, mit einem Stickstoffgehalt von 11,2 pCt. Dasselbe wurde beim Erwärmen mit MILLON'schem Reagens deutlich roth gefärbt, in verdünnter Lauge löste sich die Stubstanz nicht vollständig; auf Zusatz von Kupfersulfat zur alkalischen Lösung schieden sich violette Flocken aus; auch die Lösung wurde violett. Die Lösung der Substanz in concentrirter Schwefelsäure gab auf Zusatz einiger Tropfen einer alkoholischen Alpha-Naphtol-Lösung eine dunkelrothblaue Flüssigkeit.

3. Aehnliche Ergebnisse erhielt ich bei der Extraction von frischen Blättern der Rosskastanie (*Aesculus Hippocastanum*), der Buche (*Carpinus Betulus*), des Spinats (*Spinacea oleracea*) und des Kopfsalats (*Lactuca sativa vericeps*) bei Behandlung mit Lauge in der Kälte.

Für die folgenden Versuche verwendete ich junge Pflänzchen, also Materialien, die neben den Blättern auch die Stengel enthielten.

4. 100 *g* Kleepflänzchen (*Trifolium pratense*), auf der Mühle fein gemahlen, gaben 0,3 *g* eines Präparats, welches sich ebenso verhielt, wie das aus Lupinenblättchen gewonnene. Der Gesammtstickstoff der Pflänzchen betrug 1,64 pCt., der Proteïn-Stickstoffgehalt 1,28 pCt.

5. 100 *g* der Bohnenpflänzchen, äusserst fein gemahlen, gaben 3,5 *g* eines dunkelgefärbten Präparats, dessen Stickstoffgehalt 7,2 pCt. betrug. Die verwendeten Bohnenpflänzchen enthielten 3,68 pCt. Gesammt- und 2,98 pCt. Proteïn-Stickstoff.

6. 100 *g* englisches Raygras (*Lolium perenne*), fein gemahlen, gaben 2,8 *g* eines Präparats, dessen Stickstoffgehalt 10,2 pCt. betrug. Auch an demselben konnte ich wegen der dunklen Farbe die Biuretreaction nicht constatiren.

7. 100 *g* fein gemahlener Luzerne (*Medicago sativa*) lieferten mir bei der Extraction mit Lauge 2,8 *g* eines Präparats, dessen Stick-

stoffgehalt 12,2 pCt. betrug. Der Gesammt-Stickstoffgehalt des verwendeten Materials betrug 2,8 pCt.

Gegenüber dem aus den Ergebnissen der Analysen sich berechnenden Proteïngehalt ist die Quantität der durch Extraction mit Lauge und Ansäuern abgeschiedenen Substanz in allen Fällen eine ganz unbeträchtliche.

Die nach Extraction mit verdünnter und 1 procentiger Lauge verbliebenen Rückstände wurden durch Decantation bis zur neutralen Reaction ausgewaschen, dann auf's Filter gebracht, mit sehr verdünnter Salzsäure, zuletzt mit destillirtem Wasser ausgewaschen und getrocknet. Alle die dabei nun verbliebenen Rückstände waren stickstoffhaltig, wie aus folgender Tabelle zu ersehen ist.

| Rückstand von | Stickstoffgehalt pCt. |
|---|---|
| *Lupinus albus* . . . . . . | 3,61 |
| *Spinacea oleracea* . . . . | 6,20 |
| *Trifolium pratense* . . . . | 1,90 |
| *Vicia Faba* . . . . . . . | 1,74 |
| *Lolium perenne*. . . . . . | 0,60 |

Auf Grund der bei den Pilzen gemachten Beobachtungen lag die Vermuthung nahe, dass es gelingen würde, durch Behandeln dieser Rückstände mit concentrirter Salzsäure Eiweisssubstanzen zu isoliren. Die Vermuthung wurde durch den Versuch bestätigt, als ich 5 *g* des aus Spinat erhaltenen Rückstandes 10 Minuten mit 30 procentiger Salzsäure auf dem Wasserbade erwärmte, löste sich ein Theil der Substanz auf; in der mit Wasser verdünnten und abfiltrirten Lösung erzeugte Phosphorwolframsäure einen flockigen Niederschlag. Diese Fällung wurde abfiltrirt, mit 5 procentiger Schwefelsäure ausgewaschen, bis kein Chlor mehr nachzuweisen war. Der Niederschlag wurde sodann mit Barytlösung zerlegt, in die vom Baryumwolframat getrennte Flüssigkeit Kohlensäure eingeleitet, und die vom ausgeschiedenen Baryumcarbonat abfitrirte Lösung vorsichtig eingedunstet. Ich erhielt in dieser Weise eine hellgelbe, in Wasser leicht lösliche Substanz, welche die bekannten Farbenreactionen der Eiweissstoffe gab und mit den bekannten Eiweissfällungsmitteln: Gerbsäure, Phosphorwolframsäure, Phosphormolybdänsäure, Brück'schem Reagens traten Fällungen ein; Ferrocyankalium mit Essigsäure gab keine Fällung.

Eine Substanz mit gleichem Verhalten erhielt ich in der angegebenen Weise aus dem Rückstande von *Lupinus albus*.

Zürich, Agriculturchem. Laboratorium des Polytechnikums.

# 39. W. Zaleski: Beiträge zur Kenntniss der Eiweissbildung in den Pflanzen.

Eingegangen am 28. Mai 1901.

Vor Kurzem[1]) habe ich gezeigt, dass die Keimung der Zwiebeln von *Allium Cepa* mit Eiweissbildung verbunden ist. Nähere Untersuchungen haben ferner dargelegt, dass diese Eiweisssynthese nicht von der Keimung der Zwiebeln abhängt, da die Eiweissstoffe, wie aus den nachstehenden Experimenten zu ersehen ist, auch beim Aufbewahren der Zwiebeln im Keller während der sogenannten Ruheperiode allmähliche Zunahme erfahren. So z. B. entfallen in verschiedenen Stadien der Ruheperiode vom Gesammtstickstoff auf Eiweissstoffe folgende Zahlen:

I. Versuch (Jahr 1898).

| | |
|---|---|
| Januar | 32,0 pCt. |
| Februar | 40,9 „ |
| März (22) | 49,6 „ |
| März (25) | 51,8 „ |
| Mai | 54,2 „ |

II. Versuch (Jahr 1898–1899).

| | |
|---|---|
| September | 33,0 pCt. |
| Januar | 32,9 „ |
| Februar | 42,4 „ |
| März | 53,1 „ |

Es gehen also im Innern der Zellen der ruhendenden Zwiebeln chemische Vorgänge, in diesem Falle die Eiweissbildung, vor sich, die sich unabhängig von der Keimung oder, genauer gesagt, vom äusseren Wachsthum der Zwiebeln abspielen.

Diese innere chemische Arbeit der Zellen der Zwiebel ist auch keine nothwendige Bedingung oder Vorbereitung zur künftigen Keimung der Zwiebeln, da die letzteren, wie unsere früheren Experimente[2]) zeigen, auch bei weit minderem Eiweissgehalt keimen. Die Keimung der Zwiebel beschleunigt nur in ihren Zellen den Eiweissbildungsprocess der in ungekeimten Zwiebeln sehr langsam und allmählich vor sich geht.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Beschleunigung der Eiweisssynthese mit der verstärkten Athmung, üerhaupt mit der gesteigerten

1) W. Zaleski, Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., 1898, Bd. XVI.
2) W. Zaleski, l. c.

Zellenthätigkeit, die mit der Keimung der Zwiebeln eintritt, verbunden ist.

Wir besitzen jedoch auch künstliche Mittel behufs Erregung der Zellen der Zwiebeln zu energischer Thätigkeit. So haben STICH[1]) und RICHARDY[2]) nachgewiesen, dass die Zwiebeln und Knollen nach ihrer Zerschneidung oder Verletzung eine gesteigerte Thätigkeit zeigen, welche sich in Vermehrung der Kohlensäureproduction und des Sauerstoffverbrauchs äussert.

Es ist demnach schon a priori sehr wahrscheinlich, dass nach der Zerschneidung der Zwiebeln eine Beschleunigung der Eiweissbildung in denselben zu constatiren sein wird. Diese Vermuthung wurde durch Experimente bestätigt.

Bei diesen Versuchen wurde ein Quantum einjähriger kleiner Zwiebeln von *Allium Cepa*, die zu unseren früheren Experimenten gedient hatten, mit einem Scalpell oder Rasirmesser in vier gleiche Theile zerschnitten und dann in zwei Portionen, von denen jede zwei Stück aller Zwiebeln enthielt, getheilt. Darauf wurde eine Portion bei 80° getrocknet, die andere aber in dampfgesättigte Atmosphäre unter eine mit schwarzem Papier bedeckte Glasglocke eingeführt. Nach beendetem Versuche (3—4 Tage) wurde auch diese Portion (Versuchsportion) bei 80° getrocknet. Darauf bestimmte man in dem getrockneten Versuchsmaterial den Gesammt- und Eiweissstickstoff.

### I. Versuch.

15 Zwiebeln wurden in vier gleiche Theile zerschnitten und in zwei Portionen getheilt. Eine dieser Portionen wurde sofort getrocknet, die andere (Versuchsportion) aber auf drei Tage in einen dampfgesättigten dunklen Raum gebracht.

| | Controllportion | Versuchsportion |
|---|---|---|
| Gesammt-N . . . . . . . . . . | 0,12103 | 0,12425 |
| Eiweiss-N . . . . . . . . . . | 0,03909 | 0,06386 |

Vom Gesammtstickstoff fallen:

| | | |
|---|---|---|
| Auf Eiweissstoffe . . . . . . . | 32,3 pCt. | 51,4 pCt. |

### II. Versuch.

16 Zwiebeln wurden in vier gleiche Theile zerschnitten und in zwei Portionen getheilt. Eine dieser Portionen (Controllportion) wurde sofort getrocknet, die andere aber (Versuchsportion) auf vier Tage in einen dampfgesättigten dunklen Raum gebracht.

---

1) Stich, Athmung der Pflanzen bei verminderter Sauerstoffspannung und bei Verletzungen 1890 (Inaug.-Diss.).

2) Richards, Annals of Botany, Bd. 10.

| | Controllportion | Versuchsportion |
|---|---|---|
| Gesammt-N | 0,12256 | 0,12043 |
| Eiweiss-N | 0,04179 | 0,06936 |

Vom Gesammtstickstoff fallen:

| | | |
|---|---|---|
| Auf Eiweissstoffe | 34,1 pCt. | 57,6 pCt. |

Diese Versuche zeigen, dass die Eiweisssynthese nach dem Zerschneiden der Zwiebeln in diesen mit grosser Geschwindigkeit vor sich geht, so z. B. gingen im zweiten Versuche gegen 23,5 pCt. Stickstoff nach vier Tagen in eiweissartige Verbindungen über.

Die Thatsache der Eiweissbildung, welche in den in vier Theile zerschnittenen Zwiebeln mit so grosser Schnelligkeit vor sich geht, ist für die Kenntnisse der Eiweisssynthese sehr wichtig, da wir auf diese Weise die Wirkung des Sauerstoffs, der Temperatur und anderer Factoren auf den Eiweissbildungsprocess näher studiren können.

Zuerst habe ich der Rolle des Sauerstoffs meine Aufmerksamkeit gewidmet, da der Gedanke nahe lag, dass die Beschleunigung der Eiweisssynthese, die man nach dem Zerschneiden der Zwiebeln beobachtet, mit gesteigerter Zufuhr von Sauerstoff verbunden ist.

Diese Experimente wurden von uns Ende des Jahres 1898 vorgenommen, mussten aber unvorhergesehener Umstände halber bis zum Jahre 1900 zurückgestellt werden.

Gerade in dieser Zeit erschien die Arbeit von GETTLINGER[1]), welcher die Eiweissbildung in grossen Zwiebeln von *Allium Cepa* nach Zerkleinerung derselben in kleine Stückchen constatirt hatte. Der Verfasser hat eine Zwiebel und Kartoffelknollen von 40 *g* Frischgewicht in vier Theile getheilt, von denen zwei, jeder besonders, sofort zur Eiweissbestimmung benutzt, die anderen aber, in $^3/_4$ *cm* lange Stückchen geschnitten, auf fünf Tage in einen dampfgesättigten dunklen Raum gebracht wurden. Hiernach vermehrte sich der Eiweissgehalt der Zwiebeln um das Doppelte. So z. B.:

| | Controllportion | | Versuchsportion | |
|---|---|---|---|---|
| Eiweiss-N (in Procent des Frischgewichts) | 0,08<br>0,06 | 0,07 | 0,14<br>0,14 | 0,14 |

Da der Verfasser die Bestimmung des Gesammtstickstoffs nicht ausgeführt hat, so haben wir keine Vorstellung von der Gleichartigkeit der von ihm benutzten Portionen und von der Grösse der Eiweisssynthese, weil die doppelte Zunahme von Eiweissstoffen keinen vergleichenden Werth hat. Die Bestimmung des Gesammtstickstoffs war besonders nothwendig bei den Versuchen des Verfassers mit

1) GETTLINGER, Ueber den Einfluss der Verletzung auf die Bildung von Eiweissstoffen in den Pflanzen. Warschauer Nachrichten 1900.

Kartoffeln, da die Grösse der Eiweisssynthese, die man nach der Verletzung dieser Objecte beobachtete, die Differenz der Portionen, aus welchen der Verfasser die Durchschnittszahlen erhält, nicht übersteigt. So z. B.:

| | Controllportion | | Versuchsportion | |
|---|---|---|---|---|
| Eiweiss-N (in Procent des Frischgewichts) . . . . | 0,25<br>0,21 | 0,23 | 0,27<br>0,24 | 0,255 |

Gegenwärtig ist es angenommen ähnliche Processe mit „Reiz“ zu bezeichnen, indem man unter letzterem jede Veränderung früher wirksamer Bedingungen, welche zur Auslösung von Vorgängen verschiedenster Art im Protoplasma führen, versteht. Indem wir jedoch die gegebene Erscheinung zu denen der Reize zuzählen, tragen wir wenig zur Erkenntniss derselben bei, da dieser Begriff stillschweigend zugesteht, dass die Erscheinung unbekannt — man es aufgiebt ihr tiefer nachzuforschen. Wichtiger ist für uns die Bedingungen dieser Processe zu studiren.

Wenngleich einige unserer im Jahre 1898 angestellten Versuche auch nur den Charakter von Vorversuchen trugen, weshalb ich sie an dieser Stelle nicht anführe, so brachten sie mich doch auf den Gedanken, dass die Sauerstoffanwesenheit eine nothwendige Bedingung für Eiweissbildung in den in vier Theile getheilten Zwiebeln ist. Daraus konnte man schliessen, dass die vermehrte Sauerstoffzufuhr, die durch die Zerschneidung der Zwiebeln in vier Theile vor sich geht, die nächste Beschleunigungsursache der Eiweisssynthese, die nach der Verletzung eintritt, ist. Mit dieser Vermuthung stimmen auch die Versuche von STICH[1]) überein, der nach der Verletzung der Knollen und Zwiebeln eine starke Verminderung des Respirationsquotienten $CO_2/O$ constatirt hatte.

Deshalb habe ich schon nach dem Erscheinen der Arbeit von GETTLINGER die Rolle des Sauerstoffs in dem Eiweissbildungsprocesse durch exacte Experimente festzustellen versucht. Es schien ausserdem von Interesse zu untersuchen, ob die Grösse der Zerkleinerung der Objecte und somit die Vergrösserung der absorbirenden Oberfläche auf die Energie der Eiweisssynthese einen Einfluss habe.

Zu diesem Zweck wurden folgende Experimente angestellt. Ein Quantum Zwiebeln wurde, wie oben beschrieben, in vier gleiche Theile zerschnitten und dann in vier Portionen, von denen jede ein Viertel aller zum Versuch benutzten Zwiebeln enthielt, eingetheilt. Darauf wurde eine dieser Portionen sofort bei 80° getrocknet, von den anderen aber wurde eine (d. h. die zweite) in unverändertem Zustande, die beiden letzteren jedoch erst, nachdem sie in noch kleinere Stückchen zerkleinert worden waren, in dampfgesättigter

1) STICH, l. c. pag. 21.

Atmosphäre unter eine mit schwarzem Papier bedeckte Glasglocke gebracht. Die zweite und dritte Portion war in gewöhnlicher Luft. die vierte aber befand sich in sauerstofffreier Atmosphäre (in Wasserstoff). Nach vier Tagen war das Experiment beendet und wurden alle Portionen, jede allein, gleichzeitig bei 80° getrocknet und zur Gesammt- und Eiweissstickstoffbestimmung benutzt.

I. Versuch[1]).

Vom Gesammtstickstoff fallen:

| | Controll-portion | unverändert | noch zerkleinert | zerkleinert in Wasserstoff |
|---|---|---|---|---|
| Auf Eiweissstoffe . . . . . . | 32,0 pCt. | 49,4 pCt. | 51,8° | 32,0 |

II. Versuch.

Vom Gesammtstickstoff fallen:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Auf Eiweissstoffe . . . . . . | 48,3 pCt. | 57,2 pCt. | 58,1° | 48,8 |

Diese Versuche mögen genügen. um klar darzulegen, dass die Sauerstoffanwesenheit eine nothwendige Bedingung für die Eiweisssynthese in den Zwiebeln ist, da sich in sauerstofffreier Atmosphäre in zerschnittenen Zwiebeln keine Eiweissvermehrung beobachten lässt. Ferner sehen wir, dass die Eiweissbildung, welche in den in vier Theile zerschnittenen Zwiebeln vor sich geht, dieselbe Grösse und Schnelligkeit zeigt, welche man in den in viele kleine Stückchen zerkleinerten Objecten beobachtet. Die Grösse der Zerkleinerung der Objecte. welche einen Einfluss auf die Energie der Eiweissbildung indessen ausübt, erreicht also eine bestimmte Grenze. die meiner Meinung nach durch die Bedingungen des Sauerstoffverbrauchs regulirt wird. Es ist demnach möglich, dass bei den Versuchen mit grösseren Objecten die Grösse der Verletzung einen Einfluss auf die Energie der Eiweissbildung ausübt, da nach dem Zerschneiden der Objecte in grosse Stücke der Sauerstoff nicht so leicht und schnell in diese dringen kann.

Die Verletzung giebt uns ein Mittel in kurzer Zeit solche chemischen Vorgänge hervorzurufen, welche langsam bei der Keimung, noch langsamer aber in ungekeimten Zwiebeln vor sich gehen.

Es ist demnach sehr interessant auch andere perennirende Organe, wie Wurzeln und Knollen, deren Keimung. wie man sich das im Voraus schon vorstellen kann, mit Eiweissbildung verbunden sein muss, einer Untersuchung zu unterwerfen. Es ist ganz verständlich. dass zu diesen Versuchen nur solche Objecte geeignet

1) Diese Versuche sind aus der russischen Arbeit: „W. Zaleski, Ueber die Bedingungen der Eiweissbildung in den Pflanzen 1900", genommen.

sind, die eine erhebliche Menge von nicht eiweissartigen Stickstoffverbindungen mit einer ansehnlichen Quantität von stickstofffreien Reservestoffen enthalten.

Es ist sehr wichtig, dass wir in diesem Falle die Eiweissstoffe nicht nur in Procenten vom Gesammtstickstoff, sondern auch absolut bestimmen können, da die zum Vergleich dienenden Portionen, wie aus dem Nachstehenden zu ersehen sein wird, so gleichartig sind, dass ihr Gesammtstickstoff nur in den Fehlergrenzen des Versuches unter sich differirt. Bei der Keimung dieser Objecte aber können wir nur in einzelnen Fällen, wie z. B. bei unseren Versuchen mit einjährigen Zwiebeln von *Allium Cepa*, eine absolute Veränderung der Eiweissstoffe verfolgen, da diese Objecte (z. B. die Wurzeln von *Beta*, *Daucus Carota*, Kartoffelknollen etc.) zu gross und in chemischer Beziehung ungleichartig sind. In diesem Falle haben wir auch keine Controlle für die Exosmose stickstoffhaltiger Verbindungen, da wir von der absoluten Menge des Gesammtstickstoffs keine Vorstellung haben. Bei Existenz von Exosmose können wir zum Trugschlusse gelangen, die Eiweisssynthese dort constatiren zu wollen, wo sie thatsächlich gar nicht vorhanden gewesen, weil in diesem Falle der Procentgehalt des Eiweissstickstoffs steigt, obgleich die absolute Menge constant bleibt.

Bei unseren Versuchen wurden alle Objecte aus dem Keller genommen, in eine einprocentige Sublimatlösung auf 20 Minuten gelegt, und dann mit sterilisirtem Wasser gut abgewaschen. Darauf schnitt man aus verschiedenen Stellen der so zubereiteten Objecte mit einem sterilisirten Scalpell einige Scheiben von 1—1,5 *cm* Dicke quer aus. Jede Scheibe wurde dann genau durch das Centrum halbirt und auf diese Weise in zwei Portionen getheilt. Beide Portionen wurden in frischem Zustande sofort gewogen und die eine (Controllportion) darauf getrocknet, während die andere, nachdem sie in noch dünnere Scheibchen oder kleinere Stückchen zerschnitten, in einen dampfgesättigten Raum unter eine mit schwarzem Papier bedeckte und vorher mit Sublimatlösung sterilisirte Glasglocke gebracht. Nach beendetem Versuche wurde auch diese Portion (Versuchsportion) bei 80° getrocknet. Das getrocknete Versuchsmaterial wurde in eine feine Form gebracht und zur Gesammt- und Eiweissstickstoffbestimmung benutzt.

### I. Wurzeln von Beta vulgaris.

Controllportion von 31,625 *g*, Versuchsportion von 30,48 *g* Frischgewicht. Versuchsdauer 3 Tage.

| | Controllportion | Versuchsportion |
|---|---|---|
| Gesammt-N. . . . . . . . . . . | 0,05148 | 0,04849 |
| in Procent des Frischgew. . . | 0,16278 | 0,15908 |
| Eiweiss-N . . . . . . . . . . . | 0,03174 | 0,03588 |
| in Procent des Frischgew. . . | 0,10036 | 0,11771 |

Vom Gesammtstickstoff fallen:

| | Controllportion | Versuchsportion |
|---|---|---|
| Auf Eiweissstoffe . . . . . . . . . . | 61,6 | 73,9 |
| Differenz . . . . . . . . | + 12,3 pCt. | |

## II. Wurzeln von Daucus Carota.

Controllportion von 32.18 *g*, Versuchsportion von 31,86 *g* Frischgewicht. Versuchsdauer 4 Tage.

| | Controll-portion | Versuchs-portion | Differenz |
|---|---|---|---|
| Gesammt-N . . . . . . . . | 0,03776 | 0,03864 | — |
| in Procent des Frischgew. . | 0,11734 | 0.12128 | — |
| Eiweiss-N . . . . . . . . . | 0,02276 | 0,02565 | — |
| in Procent des Frischgew. . | 0,07072 | 0,08051 | — |
| Vom Gesammtstickstoff fallen: | | | |
| Auf Eiweissstoffe . . . . . | 60 3 | 66,4 | + 6,1 |

## III. Wurzeln von Petroselinum sativum.

Controllportion von 30,20 *g*, Versuchsportion von 29,42 *g* Frischgewicht. Versuchsdauer 4 Tage.

| | Controll-portion | Versuchs-portion | Differenz |
|---|---|---|---|
| Gesammt-N . . . . . . . . | 0,06512 | 0,06503 | — |
| in Procent des Frischgew. . | 0,21563 | 0,22104 | — |
| Eiweiss-N . . . . . . . . . | 0,04919 | 0,05072 | — |
| in Procent des Frischgew. . | 0,16288 | 0,17240 | — |
| Vom Gesammtstickstoff fallen: | | | |
| Auf Eiweissstoffe . . . . . | 75,5 | 78.0 | + 2,5 |

## IV. Wurzeln von Apium graveolens.

Controllportion von 25,45 *g*, Versuchsportion von 27,75 *g* Frischgewicht. Versuchsdauer 2 Tage.

| | Controll-portion | Versuchs-portion | Differenz |
|---|---|---|---|
| Gesammt-N . . . . . . . . | 0,06824 | 0,07259 | — |
| in Procent des Frischgew. . | 0,26813 | 0,26158 | — |
| Eiweiss-N . . . . . . . . . | 0,03755 | 0,04819 | — |
| in Procent des Frischgew. . | 0,14755 | 0,17366 | — |
| Vom Gesammtstickstoff fallen: | | | |
| Auf Eiweissstoffe . . . . . | 55,0 | 66,4 | + 11,4 |

## V. Knollen von Solanum tuberosum.

Controllportion von 33,02 *g*, Versuchsportion von 34,04 *g* Frischgewicht. Versuchsdauer $3^1/_2$ Tage.

| | Controll-portion | Versuchs-portion | Differenz |
|---|---|---|---|
| Gesammt-N. . . . . . . . . | 0,09386 | 0,09853 | — |
| in Procent des Frischgew. . | 0,28425 | 0,28945 | — |
| Eiweiss-N . . . . . . . . . | 0,03562 | 0,05252 | — |
| in Procent des Frischgew. . | 0,10790 | 0,15429 | — |
| Vom Gesammtstickstoff fallen: | | | |
| Auf Eiweissstoffe . . . . . | 37,9 | 53,3 | + 15,4 |

## VI. Knollen von Solanum tuberosum.

Controllportion von 28,52 *g*, Versuchsportion von 29,61 *g* Frischgewicht. Versuchsdauer 4 Tage.

| | Controll-portion | Versuchs-portion | Differenz |
|---|---|---|---|
| Gesammt-N. . . . . . . . . | 0,07141 | 0,07293 | — |
| in Procent des Frischgew. . | 0,25040 | 0,24630 | — |
| Eiweiss-N . . . . . . . . . | 0,03020 | 0,03913 | — |
| in Procent des Frischgew. . | 0,10589 | 0,13215 | — |
| Vom Gesammtstickstoff fallen: | | | |
| Auf Eiweissstoffe . . . . . | 42,3 | 53,7 | + 11,4 |

## VII. Knollen von Dahlia variabilis.

Controllportion von 30,18 *g*, Versuchsportion von 31,41 *g* Frischgewicht. Versuchsdauer 3 Tage.

| | Controll-portion | Versuchs-portion | Differenz |
|---|---|---|---|
| Gesammt-N. . . . . . . . . | 0,04853 | 0,04997 | — |
| in Procent des Frischgew. . | 0,16080 | 0,15909 | — |
| Eiweiss-N . . . . . . . . . | 0,01181 | 0,01772 | — |
| in Procent des Frischgew. . | 0,03913 | 0,05641 | — |
| Vom Gesammtstickstoff fallen: | | | |
| Auf Eiweissstoffe . . . . . | 24,3 | 35,4 | + 11,1 |

## VIII. Knollen von Dahlia variabilis.

Controllportion von 32,15 *g*, Versuchsportion von 31,22 *g* Frischgewicht. Versuchsdauer $1^1/_2$ Tage.

| | Controll-portion | Versuchs-portion | Differenz |
|---|---|---|---|
| Gesammt-N. . . . . . . . . | 0,06269 | 0,06120 | — |
| in Procent des Frischgew. . | 0,19499 | 0,19603 | — |
| Eiweiss-N . . . . . . . . . | 0,01729 | 0,02238 | — |
| in Procent des Frischgew. . | 0,05378 | 0,07169 | — |
| Vom Gesammtstickstoff fallen: | | | |
| Auf Eiweissstoffe . . . . . | 27,6 | 36,6 | + 9,0 |

Unsere Versuche zeigen, dass die Eiweisssynthese nach dem Zerschneiden einiger Wurzeln und Knollen in diesen mit grosser Geschwindigkeit vor sich geht. So z. B. gingen im letzten Versuche mit *Dahlia*-Knollen gegen 9,0 pCt. Stickstoff nach $1^1/_2$ Tagen in eiweissartige Verbindungen über. Auch im vierten Versuche mit Wurzeln von *Apium graveolens* vermehrte sich der Eiweissgehalt nach zwei Tagen auf 11,4 pCt.

Die Grösse der Eiweisssynthese ist je nach dem anfänglichen Eiweissgehalt verschieden, da die Eiweissvermehrung in den Objecten wahrscheinlich nur bis zu einer bestimmten Grenze vor sich geht. Der anfängliche Eiweissgehalt ist deshalb verschieden, weil die Eiweisssynthese in diesen Objecten auch während der Ruheperiode allmählich vor sich geht und somit von der Zeit des Versuches abhängt. Dieser Thatsache ist wahrscheinlich die schwache Eiweissvermehrung (2,5 pCt.) in den Wurzeln von *Petroselinum sativum* zuzuschreiben, da der anfängliche Eiweissgehalt dieser Wurzeln zu hoch (75,5 pCt.) war.

Was für Stickstoffverbindungen jedoch uns als Material zur Eiweissbildung bei unseren Experimenten gedient haben, soll durch weitere Untersuchungen gezeigt werden.

Nowo-Alexandria. Pflanzenphysiol. Cabinet.

# 40. E. Lemmermann: Beiträge zur Kenntniss der Planktonalgen.

Eingegangen am 30. Mai 1901.

## XIV. Neue Flagellaten aus Italien.

(Aus der botanischen Abtheilung des Städt. Museums in Bremen.)

Durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. G. BESANA erhielt ich mehrere Serien von Planktonproben aus italienischen Seen; ich fand darin neben vielen bereits beschriebenen Algen auch einige neue Formen, von denen ich zunächst nur die kurzen Beschreibungen geben möchte. Die genaueren Resultate der ganzen Untersuchung werde ich in einer grösseren Arbeit ausführlich darlegen. Herrn Prof. G. BESANA möchte ich aber schon jetzt für seine gütige Unterstützung meinen verbindlichsten Dank aussprechen.

### 1. Hyalobryon Lauterbornii Lemm.[1]

### var. mucicola nov. var.

Gehäuse hyalin, cylindrisch, an der Mündung wenig erweitert, 23—32 $\mu$ lang, 4 $\mu$ breit, an der Mündung 5,5 $\mu$ breit, am Hinterende mit einem fadenähnlichen, 5—8 $\mu$ langen Stiele versehen, einzeln in der Gallerthülle verschiedener Planktonalgen befestigt. Untere Anwachsringe an den oberen Enden stark gespreizt. Zelle länglich, am Grunde des Gehäuses befestigt.

Verbreitung: Italien (Lago di Monate, Lago di Varano); in der Gallerthülle von *Polycystis*, *Coelosphaerium*, *Sphaerocystis* etc. befestigt.

Die Varietät unterscheidet sich von der typischen Form durch die Grössenverhältnisse, die wenig erweiterte Mündung, die starke Spreizung der unteren Anwachsringe und durch den Besitz des fadenähnlichen Stieles. Die Gehäuse sind sehr hyalin und deshalb ohne Färbung schwer zu erkennen; durch Behandlung mit Safranin färben sie sich gelbbraun. Sie sitzen einzeln an der Oberfläche der Gallerthülle verschiedener Planktonalgen und sind manchmal regelmässig radial angeordnet.

---

1) Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1901, S. 85—86, Taf. IV. Fig. 1 *a*–*b*.

### 2. Dinobryon elongatum Imhof.

Diese Species ist durch die nach der Spitze der Colonie hin stetig zunehmende Länge der Gehäuse deutlich von allen bekannten *Dinobryon*-Arten zu unterscheiden. Die Gehäuse sind meistens regelmässig gebaut, seltener auch bilateral symmetrisch, besonders dann, wenn sie sich an der Peripherie sehr dichter Colonien befinden. In diesem Falle ist die nach aussen gerichtete Wandung etwas bauchig, die nach dem Innern der Colonie liegende Wandung dagegen mehr oder weniger gerade. Dieselbe Erscheinung lässt sich fast für alle *Dinobryon*-Formen constatiren, welche in dichten Colonien aufzutreten pflegen. Ich nenne z. B. *D. Sertularia* Ehrenb. et var. *thyrsoideum* (Chodat) Lemm. und *D. sociale* Ehrenb. Der Stiel von *D. elongatum* Imhof ist kurz vor dem Ende schwach lanzenartig verbreitert. Nach meinen Beobachtungen lassen sich drei Varietäten dieser Species unterscheiden.

a) var. *undulatum* Lemm., Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1900, S. 28, S. 516, Taf. XVIII, Fig. 21—22.

Auch bei dieser Varietät ist die lanzenartige Verbreiterung des Stieles vorhanden. Der Stiel ist an dieser Stelle im Querschnitt abgerundet dreieckig, erscheint daher von der einen Seite gesehen, lanzenartig; dreht man ihn aber um 90°, so ist er an der einen Seite gerade, an der anderen dagegen dreieckig verbreitert. Die lanzenartige Verbreiterung liegt stets der Wandung des Muttergehäuses an; sie erleichtert jedenfalls wegen ihrer grösseren Fläche die Anheftung des Stieles ziemlich bedeutend. Aehnliche Einrichtungen zu einer festeren Verbindung der Gehäuse finden sich auch bei anderen *Dinobryon*-Arten. Ich rechne dazu die seitlichen Vorsprünge bei *D. protuberans* Lemm. l. c. S. 514, Taf. XVIII, Fig. 12—16 und bei *D. cylindricum* var. *pediforme* Lemm. l. c. S. 517, Taf. XIX, Fig. 12 bis 14; ferner die Ausbildung des eigenthümlichen Endkegels bei *D. balticum* (Schütt) Lemm. l. c. S. 518, Taf XVIII, Fig. 25—29 und anderen *Dinobryon*-Arten.

b) var. *affine* **nov. var.**

Colonie sehr schlank, schmal und dicht. Gehäuse im vorderen Theile cylindrisch, circa 8 $\mu$ breit, mit geraden oder schwach concaven Seiten, an der Mündung wenig verbreitert, mit einem langen, kurz vor dem Ende lanzenartig verbreiterten Stiele. An der Uebergangsstelle des Cylinders in den Stiel ist eine deutliche Undulation vorhanden. Untere Gehäuse 64—82 $\mu$, obere 96—114 $\mu$ lang. Cysten kugelig, 11 $\mu$ dick, innerhalb einer kugeligen, eng anliegenden weichen Hülle.

Verbreitung: Deutschland (Brandenburg); Italien (Lago di Monate und Lago di Varano); Schweiz (Luganer See 1896).

Hierher gehört auch die Form, welche ich früher mit *D. stipitatum* var. *bavaricum* (Imhof) Lemm. identificirt habe (Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1900, Taf. XVIII, Fig. 19). Da IMHOF bislang keine Abbildungen seines *D. bavaricum* veröffentlicht hat[1], so ist nicht zu entscheiden, ob vorliegende Varietät mit seiner Form übereinstimmt. Weil aber die Verlängerung der Gehäuse nach der Spitze der Colonie hin deutlich zu erkennen ist, nehme ich an, dass IMHOF seiner Zeit eine andere Art mit gleichlangen Gehäusen vorgelegen hat.

c) var. *medium* **nov. var.**

Colonie breit, reichlich verzweigt, sehr dicht Gehäuse lang, kegelförmig, an der Mündung 8 $\mu$, kurz unterhalb derselben 7 $\mu$ breit, nach der Basis hin allmählich verjüngt, kurz vor dem Ende lanzenartig verbreitert, etwa in der Mitte mit einer deutlichen Undulation; zuweilen ist auch der ganze hintere Theil schwach undulirt. Untere Gehäuse 48—58 $\mu$, obere 69—70 $\mu$ lang.

Verbreitung: Italien (Lago di Monate, Lago di Varano).

Bei dieser sehr charakteristischen Form konnte ich eine eigenthümliche Beobachtung machen. Die oberen, sehr langen Gehäuse lösen sich zuweilen aus irgend einem Grunde von der Colonie ab und erzeugen dann durch fortgesetzte Theilungen eine neue Colonie. Da aber das Muttergehäuse bereits die bei dieser *Dinobryon*-Form vorkommende grösste Länge hat, so sind die zuerst entstehenden Tochtergehäuse kürzer als das Muttergehäuse, die folgenden aber nehmen dann nach und nach wieder an Länge zu, bis endlich an der Spitze der reich verzweigten Colonie Gehäuse von den Dimensionen des Muttergehäuses entstehen.

Die var. *medium* Lemm. unterscheidet sich von der vorigen Form durch die deutlich kegelförmigen Gehäuse. Bei der var. *affine* Lemm. besteht dagegen jedes Gehäuse aus einem langen Stiele und einem deutlich abgesetzten, vorderen Cylinder.

### 3. D. sociale var. stipitatum (Stein) nob.

Nach den Untersuchungen von H. BACHMANN[2]) kommt in den Schweizer Seen ein typisches *D. stipitatum* Stein vor. Es unterscheidet sich von *D. sociale* Ehrenb. hauptsächlich nur durch die grössere Länge der Gehäuse und ist daher besser als Varietät dieser

1) Soeben hat J. BRUNNTHALER Zeichnungen der IMHOF'schen Arten veröffentlicht. (Vergl. die Nachschrift zu der vorliegenden Mittheilung.)

2) Biol. Centralbl. 1901, Heft 8.

Species aufzufassen. *D. stipitatum* var. *lacustris* Chodat ist mit *D. sociale* Ehrenb. identisch; letzterer Name ist als der ältere beizubehalten.

**4. D. cylindricum var. Schauinslandii Lemm.**

Im Plankton der beiden italienischen Seen fand ich auch diese Form; sie besitzt zwar einen etwas stärker gebogenen Endkegel, zeigt auch geringere Dimensionen, stimmt aber im Uebrigen ganz mit der Form aus dem Wakatipu-See auf Neu-Seeland überein. Die Cysten sind kugelig und liegen stets in der Mitte einer elliptischen, gallertartigen, weichen Hülle. Dadurch unterscheidet sich diese Varietät deutlich von *D. cylindricum* var. *divergens* (Imhof) Lemm. l. c. S. 517 und var. *palustre* Lemm. l. c. S. 516, mit denen sie sonst einige Aehnlichkeit hat. Die Cysten der var. *divergens* (Imhof) Lemm. liegen im oberen Ende einer mehr oder weniger deutlich keulenförmigen oder länglichen Hülle (vergl. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1900, Taf. XIX, Fig. 19); bei der var. *palustre* Lemm. ist die Hülle kugelig und liegt dicht der eigentlichen Cyste an.

## Nachschrift.

Während der Drucklegung vorstehender Arbeit erhielt ich durch die Güte des Herrn J. BRUNNTHALER ein Exemplar seiner Arbeit über die „coloniebildenden *Dinobryon*-Arten“[1], in welcher 17 Formen der Untergattung *Eudinobryon* Lauterborn beschrieben und theilweise abgebildet sind. Die Beschreibungen erstrecken sich nur auf die Form der Gehäuse und den Habitus der Colonien. Sie decken sich zum grössten Theile vollständig mit meinen früher gegebenen Diagnosen[2], nur dass statt der Ausdrücke „Drehung um 45° resp. 90°“ die Bezeichnungen „$^1/_4$- resp. $^1/_8$-Drehung“ gebraucht werden. Interessant ist aber die Arbeit deshalb, weil darin zum ersten Male „IMHOF'sche“ Abbildungen von *Dinobryon*-Arten reproducirt worden sind. Ich habe leider von IMHOF trotz seines mir schon im Januar 1899 gegebenen und später wiederholten Versprechens weder Präparate noch Zeichnungen erhalten und diese daher bei Abfassung meiner Arbeit über die Gattung *Dinobryon* auch nicht berücksichtigen können. Ich möchte das jetzt nachholen, so weit die gegebenen Abbildungen es ermöglichen. Im Uebrigen bemerke ich, dass ich der von J. BRUNNTHALER gegebenen Eintheilung nicht beistimmen

1) Verhandl. der k. k. zool.-bot. Ges. in Wien 1901, S. 293—306.

2) Ber. der Deutschen Bot. Ges. 1900, Heft 10.

kann, sondern an meinen früher publicirten Anschauungen festhalten muss, da sich diese auf das Studium eines sehr reichen und vielseitigen Planktonmaterials gründen. Im Einzelnen bemerke ich Folgendes.

1. *Dinobryon Sertularia* var. *thyrsoideum* (Chodat) Lemm., Ber. der Deutschen Bot. Ges., 1900, S. 514, Taf. XVIII, Fig. 11.

Synonym: *D. thyrsoideum* Chodat, Bull. de l'herb. Boiss., tome V, S. 307, Fig. 3. — *D. Sertularia* var. *thyrsoidea* (Chodat) Bachmann, Biol. Centralbl., 1901, S. 208.

J. Brunnthaler hält diese Form für eine besondere Art. Sie ist aber weiter nichts als eine kurze, unsymmetrische Varietät von *D. Sertularia* Ehrenb. Die Ausbauchung der nach der Aussenseite der Colonie gerichteten Wandungen der Einzelgehäuse kommt bei vielen, dicht buschigen Colonieen vor, kann daher nicht als Artmerkmal benutzt werden. Auch H. Bachmann ist vollständig unabhängig von mir zu derselben Anschauung gelangt.

2. *D. cylindricum* var. *divergens* (Imhof) Lemm. l. c., S. 517, Taf. XIX, Fig. 15—20.

Ich habe *D. divergens* Imhof als Varietät zu *D. cylindricum* Imhof gezogen, weil die Gehäuse die für letztere Species charakteristische Theilung in einen vorderen Cylinder und einen schiefen Endkegel zeigen.

J. Brunnthaler hält *D. divergens* Imhof für eine gute Art und rechnet dazu die Varietäten *pediforme* (Lemm.), *Schauinslandii* (Lemm.) und *angulatum* (Seligo). Die Species umfasst nach ihm alle Formen, deren Gehäuse eckige Conturen besitzen. Diese Anschauung lässt sich wohl schwerlich aufrecht erhalten, da in derselben Colonie Gehäuse mit abgerundeten und mit eckigen Conturen vorkommen; vergl. Taf. XIX, Fig. 16 und 19*a* meiner Monographie. *D. cylindricum* Imhof besitzt ebenfalls Gehäuse mit scharf eckigen Conturen (Taf. XIX, Fig. 4), hätte also consequenter Weise von J. Brunnthaler zu *D. divergens* Imhof gezogen werden müssen. Auch bei *D. cylindricum* var. *Schauinslandii* Lemm. finden sich Gehäuse mit eckigen (Taf. XIX, Fig. 11) und solche mit abgerundeten Conturen (Taf. XIX, Fig. 10). Es könnte also dieselbe Form je nach den Umständen zu *D. divergens* Imhof oder zu *D. cylindricum* Imhof gezählt werden. *D. divergens* Imhof unterscheidet sich besonders von *D. cylindricum* Imhof durch die undulirte Stelle am Uebergang des Cylinders in den Endkegel und die Erweiterung des Gehäuses. Ist die Undulation kräftig, so entstehen Formen mit eckigen Conturen, ist sie wenig oder gar nicht vorhanden, so entstehen abgerundete Gehäuse; beide Arten lassen sich in derselben

Colonie auffinden, wie ich noch einmal hervorheben will. Es geht daraus hervor, dass die BRUNNTHALER'sche Eintheilung zu verwerfen ist. Wie J. BRUNNTHALER dazu kommt, *D. cylindricum* var. *pediforme* Lemm. zu *D. divergens* Imhof zu ziehen, ist mir nicht klar. Bau der Einzelgehäuse (ausgenommen die Ausstülpung) und Habitus der Colonie zeigen eine unverkennbare Verwandtschaft mit *D. cylindricum* Imhof, wie ein Vergleich der Figuren 12 und 13 mit den Figuren 1 und 4 der Tafel XIX auf den ersten Blick erkennen lässt.

3. *D. stipitatum* Stein, Infus. Taf. XII, Fig. 5.

J. BRUNNTHALER giebt an, dass auch diese Species in „abnehmender Grösse“ vorkommt (muss wohl heissen „zunehmender Länge“), eine Ansicht, welcher ich früher ebenfalls zugeneigt habe (l. c. S. 516). Ich bin aber neuerdings davon zurückgekommen. Da STEIN leider keine Diagnosen geliefert hat, sind wir allein auf seine freilich vorzüglichen Zeichnungen angewiesen. Die Abbildung von *D. stipitatum* Stein ergiebt, dass es sich um ein *Dinobryon* mit gleich langen Gehäusen handelt[1]). Es ist daher nicht zulässig, *Dinobryon*-Arten mit *D. stipitatum* Stein zu bezeichnen, deren Gehäuse nach der Spitze der Colonie hin an Länge zunehmen. Dass ein Irrthum STEIN's vorliegt, ist bei einem so ausgezeichneten Beobachter und Zeichner vollkommen ausgeschlossen. Bezüglich der Einzelheiten vergleiche meine obigen Bemerkungen zu *D. sociale* var. *stipitatum* (Stein) Lemm. und *D. elongatum* Imhof.

Die von J. BRUNNTHALER als *D. stipitatum* var. *americanum* Brunnthaler beschriebene Form soll Gehäuse mit deutlich abgesetztem Stiel und nach oben hin abnehmender Länge besitzen. Aus diesen Gründen fasse ich sie als besondere Art auf und nenne sie *D. americanum* (Brunnthaler) **nob.**

4. *D. elongatum* Imhof, Jahresber. der naturf. Ges. Graubündens, 30. Jahrg., S. 135.

J. BRUNNTHALER giebt davon eine Abbildung nach Zeichnungen von IMHOF; es geht daraus hervor, dass es sich um eine Form mit kegelförmigen Gehäusen handelt, welche ziemlich breit-buschige Colonien bildet. J. BRUNNTHALER sagt zwar in seiner Diagnose: „Gehäuse vorne cylindrisch,“ doch zeigt die beigegebene Fig. 5 nur typisch kegelförmige Gehäuse. Die in meiner Monographie Taf. XVIII, Fig. 20 gezeichnete Form von *D. elongatum* Imhof stimmt mit der

1) J. BRUNNTHALER liefert auch l. c. S. 301 bei *D. stipitatum* Stein nur meine früher gegebene Beschreibung der Gehäuse und der Colonie und giebt erst bei der Besprechung von *D. elongatum* Imhof an, dass auch *D. stipitatum* Stein in abnehmender Grösse vorkomme.

Imhof'schen Zeichnung nicht überein, da die Colonien schmal und lang, die oberen Gehäuse lang gestielt sind. Ich bezeichne meine Form als *D. elongatum* var. *Vanhoeffenii* nob., da sie zuerst von E. Vanhoeffen in grönländischen Gewässern aufgefunden worden ist. Auch die von J. Brunnthaler als *D. bavaricum* Imhof gegebene Abbildung gehört zu *D. elongatum* Imhof; sie scheint mit *D. elongatum* var. *undulatum* Lemm. nahe verwandt zu sein, ist aber nicht damit identisch, wie J. Brunnthaler annimmt.

Ich gebe nunmehr eine Uebersicht über die bisher beobachteten Formen von *D. elongatum* Imhof:

1. { Alle Gehäuse kegelförmig . . . . . . . . . . . . . 2
   { Wenigstens die oberen Gehäuse lang gestielt . . . . . . 3

2. { Wandung der Gehäuse glatt . . . . *D. elongatum* Imhof
   { Wandung in der Mitte der Gehäuse wellenförmig verbogen . . . . . var. *medium* Lemm.

3. { Wandung der Gehäuse glatt . . . . var. *Vanhoeffenii* Lemm.
   { Wandung nur an der Uebergangsstelle des vorderen Theiles in den Stiel wellenförmig verbogen . . var. *affine* Lemm.
   { Wandung nur in der Mitte des vorderen Theiles mit 3—4 Undulationen; alle Gehäuse gleich stark undulirt . . . . . . . . . var. *bavaricum* (Imhof) Lemm.
   { Wandung des ganzen vorderen Theiles undulirt; obere Gehäuse schwach, untere sehr stark undulirt . var. *undulatum* Lemm.

5. *D. sociale* Ehrenb., Infus. S. 125. Taf. VIII. Fig. IX.

Ich habe in meiner Monographie gezeigt, dass die von R. Chodat als *D. stipitatum* var. *lacustre* Chodat beschriebene Form mit *D. sociale* Ehrenb. identisch ist, und dass daher der letztere Name allein gültig sein kann. Ich halte auch heute noch daran fest, trotzdem Ehrenberg für seine Species geringere Masse angiebt[1]). J. Brunnthaler bezeichnet die Gehäuse dieser Art als „vasenförmig“, während sie doch in Wirklichkeit kegelförmig sind (Chodat l. c., Fig. 4 und 7, Lemmermann l. c., Taf. XVIII, Fig. 18). Ich bemerke dabei, dass J. Brunnthaler für die ganz abweichend gebauten Gehäuse von *D. Sertularia* Ehrenb. auch die Bezeichnung „vasenförmig“ gebraucht; dass es sich aber bei beiden Arten um zweierlei Gehäuseformen handelt, zeigt ein Vergleich von Fig. 18 und Fig. 10 meiner Taf. XVIII auf den ersten Blick.

1) Ehrenberg = 31,5 $\mu$; Lemmermann = 34—45 $\mu$.

6. *D. balticum* (Schütt) Lemm. l. c. S. 518. Taf. XVIII. Figur 25—29.

FR. SCHÜTT fand im Plankton der Kieler Bucht „eine dem *Dinobryon* des Süsswassers ähnliche, mit zwei Geisseln und einem Chromatophor versehene Flagellate, deren Zellen baumartig verzweigte Colonien bilden" und nannte sie *Dinodendron balticum* Schütt.[1]) Im folgenden Jahre beschrieb K. LEVANDER denselben Organismus als *D. pellucidum*. Diesen Namen hält J. BRUNNTHALER für den allein richtigen. Ich habe in meiner Monographie den älteren Speciesnamen „*balticum*" wieder aufgenommen, da es unzweifelhaft ist, dass es sich in beiden Fällen um dieselbe Form handelt, wie auch alle bisherigen Planktonforscher zugegeben haben. Die von FR. SCHÜTT gegebene Beschreibung ist freilich unvollständig, aber doch deutlich genug, um den Organismus in jeder Planktonprobe aus der Hochsee sofort wieder zu erkennen. Es giebt nämlich keinen zweiten Organismus des Hochseeplanktons, auf den obige Beschreibung von FR. SCHÜTT passt. *D. Sertularia* Ehrenb. kommt nicht in Betracht, da es nur im Brackwasser zuweilen vorkommt (Esbo-Bucht bei Helsingfors), aber im Plankton der Kieler Bucht fehlt. Ich sehe daher nicht ein, weshalb nicht der ältere Name „*balticum*" der allein richtige sein soll.

Im Uebrigen bemerke ich, dass auch J. BRUNNTHALER die ihm von IMHOF gelieferte Zeichnung Fig. 4 ohne Weiteres mit *D. bavaricum* identificirt, obgleich die von IMHOF seinerzeit gegebene Diagnose absolut nicht dazu passt.

Die Gehäuse von *D. balticum* (Schütt) Lemm. werden nach der Spitze der Colonie hin kürzer, eine Eigenthümlichkeit, welche sonst nur noch bei *D. americanum* (Brunnthaler) Lemm. vorzukommen scheint[2]); sonst zeigt die Gestalt der Gehäuse sehr grosse Aehnlichkeit mit *D. cylindricum* Imhof. Da J. BRUNNTHALER die nach der Spitze der Colonie hin auftretende Verkürzung der Gehäuse als Artmerkmal nicht anerkennt — er zieht *D. americanum* (Brunnthaler) Lemm. zu *D. stipitatum* Stein — müsste er consequenter Weise auch die bei *D. balticum* (Schütt.) Lemm. vorhandene Verkürzung der Gehäuse nicht als Artmerkmal benutzen, sondern diese Form als blosse Varietät von *D. cylindricum* Imhof bezeichnen.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich noch hervorheben, dass die in der Ostsee lebenden Exemplare von *D. balticum* (Schütt) Lemm. mit denen der Nordsee vollkommen übereinstimmen. Ich habe Plankton aus der Nordsee und aus verschiedenen Theilen der Ostsee genau untersucht, aber keine Unterschiede in der Form und Grösse der

1) Ich habe bei Bearbeitung der Gattung *Dinobryon* auch eine Planktonprobe aus der Kieler Bucht untersuchen können, welche diese Form enthielt.

2) „Grösse nach oben abnehmend" (BRUNNTHALER, l. c. S. 301).

Zelle und der Gehäuse oder in der Coloniebildung auffinden können. Es ist das um so merkwürdiger, weil viele makroskopische Algen in der Ostsee in viel schmaleren und zarteren Formen vorkommen wie in der Nordsee. Wie weit das für die Planktonformen beider Meere zutrifft, bedarf noch einer genaueren vergleichenden Untersuchung. Bisher ist darauf meines Wissens überhaupt nicht geachtet worden!

# Sitzung vom 28. Juni 1901.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

---

Als ordentliches Mitglied ist vorgeschlagen Herr:

**Artari**, Dr. **Alexander**, Docent der Botanik an der Universität **Moskau** (durch A. LINDAU und G. HIERONYMUS).

Zum ordentlichen Mitgliede ist proclamirt Herr:

**Heering**, Dr. **W.**, in Hamburg-Eimsbüttel.

---

Der Vorsitzende nahm Gelegenheit, Herrn Dr. BUSSE nach der Rückkehr von seiner Reise nach Ostafrika, sowie den in der Versammlung anwesenden Herrn G. FARLOW namens der Gesellschaft zu begrüssen.

---

# Einladung

zur

## Generalversammlung

der

## Deutschen Botanischen Gesellschaft.

---

Die Mitglieder der Gesellschaft werden hiermit zu der am

**Dienstag den 24. September, 9 Uhr Vormittags, in Hamburg**

im Hörsaale des Botanischen Gartens (am Stephansplatz) stattfindenden Generalversammlung eingeladen. Ausser den durch § 15 des Reglements vorgeschriebenen Punkten der Tagesordnung wird die Wahl eines in Vorschlag gebrachten Ehrenmitgliedes und von vier correspondirenden Mitgliedern zu erledigen sein.

Nach Absatz f) des § 15 bedürfen Anträge, welche einem Beschlusse der Gesellschaft durch Abstimmung unterliegen sollen, einer vorherigen Bekanntgabe durch den Vorstand. Bis jetzt liegen solche Anträge nicht vor.

Sammelberichte haben die Herren A. ENGLER und C. CORRENS freundlichst übernommen.

Berlin, im Juli 1900.

S. SCHWENDENER,
z. Z. Präsident.

---

# Mittheilungen.

## 41. A. Nestler: Der directe Nachweis des Cumarins und Theïns durch Sublimation.

Mit Tafel XVII.

Eingegangen am 4. Juni 1901.

Eine rein praktische Aufgabe, welche bisher nicht gelöst war, nämlich der sichere Nachweis von extrahirtem chinesischen Thee in einer Mischung mit intactem Thee veranlasste mich, zunächst für die Prüfung des Theïngehaltes in jedem einzelnen Theefragmente eine einfache Methode der Sublimation anzuwenden[1]). Weitere Versuche lehrten, dass dieses Verfahren nicht allein für alle theïn- (= kaffeïn-)haltigen Substanzen anwendbar ist, sondern dass auch in derselben Weise Cumarin in allen cumarinhaltigen Pflanzenorganen direct nachgewiesen werden kann.

Cumarin und Theïn sublimiren sehr leicht, ohne sich zu zersetzen, in gewissen Krystallformen und sind durch mikrochemische Reactionen genau bestimmbar.

Das von mir angewendete Verfahren der Sublimation führt sehr rasch zum Ziele und ist insofern leicht durchführbar, als es nicht nothwendig ist, die betreffenden Objecte vorher mit anderen Substanzen zu behandeln.

Ich benutze für diese Methode Uhrgläser von 8—9 *cm* Durchmesser des Kantenkreises und ungefähr 1,5 *mm* Dicke. In einem solchen Uhrglas (Fig. 1) wird die zerkleinerte Probe des zu untersuchenden Objectes in Form eines kleinen Häufchens (*p*) angeordnet und mit einer runden Glasplatte (*g*) bedeckt. (Eine solche Glasplatte eignet sich für die nachfolgende, mikroskopische Untersuchung bedeutend besser als ein Uhrglas, wie ich dasselbe bei den ersten Versuchen[2]) zur Deckung verwendete.) Um das Sublimiren zu befördern, kann man auf die Aussenseite der Glasplatte über dem zu prüfenden Objecte einen Wassertropfen (*w*) anbringen.

1) A. Nestler, Ein einfaches Verfahren des Nachweises von Theïn und seine praktische Anwendung. Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel, Berlin 1901, Heft 2.

2) A. Nestler, l. c. S. 292.

Das Ganze kommt auf ein von einem Dreifuss getragenes Drahtnetz über die kleine Flamme eines Bunsenbrenners (Mikrobrenners). Die Spitze dieser kleinen Flamme war bei allen diesen Versuchen durchschnittlich 7 *cm* von dem Uhrglase entfernt. Nach 5—15 Minuten der Einwirkung dieser Flamme zeigt sich auf der Unterseite der Glasplatte ein mehr oder weniger starker Beschlag, welcher nun mikroskopisch und mikrochemisch geprüft werden kann. — Man untersuche nicht allein das Centrum der Glasplatte, welches über dem zu prüfenden Objecte lag, sondern auch die übrigen Theile der Platte, da bisweilen die schönsten Krystallformen nicht in der Mitte der Platte, sondern mehr gegen den Rand zu liegen.

An Stelle des Uhrglases und der Glasplatte habe ich mitunter mit Vortheil eine Petrischale verwendet.

Die Temperatur, welcher das Object bei der oben angegebenen Lage der Flamme ausgesetzt ist, beträgt nach 5 Minuten 40°, nach 10 Minuten 55°, nach 15 Minuten 60°, nach 30 Minuten 70° C. Ein Springen des Uhrglases in Folge der Erwärmung ist bei dieser Temperatur vollständig ausgeschlossen. Da der Gasdruck nicht immer gleichmässig ist, so unterliegt auch die Grösse der Mikroflamme und somit die Temperatur kleinen Schwankungen, welche für diese Untersuchungen von gar keiner Bedeutung sind. Sollte sich für gewisse Substanzen das Bedürfniss herausstellen, eine höhere Temperatur als die oben angegebene anzuwenden, so kann dieselbe auf leichte Weise durch entsprechende Unterlagen unter dem Bunsenbrenner erzielt werden. So ist z. B. für Theobromin eine Temperatur von 80° C. erforderlich (siehe S. 360).

Diese einfache Sublimationsmethode habe ich zunächst auf cumarin- und kaffeïn(theïn)haltige Objecte angewendet; es wurden geprüft: *Dipteryx odorata* Willd. (die Samen = Tonkabohnen), *Ageratum mexicanum* Vilm., *Hierochloa australis* R. et S., *Hierochloa odorata* Wahlb., *Anthoxanthum odoratum* L., *Prunus Mahaleb* L., chinesischer Thee des Handels, Maté, Kaffeebohne (roh und gebrannt), Kaffeeblatt, Colanuss, Colapräparate, Pasta Guarana, Cacao.

Dass auch das leicht sublimirbare Vanillin sich durch diese Methode nachweisen lässt, habe ich zum Schlusse an einem Beispiele gezeigt.

Wie die einzelnen Objecte zu behandeln sind, wird im Folgenden des Näheren angegeben werden.

## Dipteryx odorata Willd.

Die Samen (Tonkabohnen) dieser Leguminose sind bekanntlich sehr cumarinreich. Einige wenige kleine Fragmente (0,005 *g*) der

Cotyledonen geben bereits nach 3—5 Minuten der Dauer des Versuchs mit oder ohne aufgesetzten Wassertropfen zahlreiche Krystalle und Aggregate derselben auf der Unterseite der Glasplatte; bei einem etwas grösseren Quantum (0,01 *g*) von Cotyledonartheilen erhält man einen sehr starken Anflug, welcher vorherrschend aus Krystallaggregaten besteht. Diese Aggregate bilden lange, gerade, meistens aber gekrümmte Formen, welche aus einzelnen, mehr oder weniger deutlich erkennbaren Prismen zusammengesetzt sind. Ausserdem findet man einzelne, gut ausgebildete Prismen und Combinationen derselben (Fig. 2). Diese Krystalle, der Luft ausgesetzt, verflüchtigen sich allmählich, so dass nach einer Stunde die Kanten derselben bereits sehr undeutlich sind; sie entwickeln einen starken Cumaringeruch. Folgende mikrochemische Reactionen sind für dieselben charakteristisch: schwer löslich in kaltem, leicht löslich in heissem Wasser; sehr leicht löslich in Alkohol (96 pCt.), Aether und Essigsäure; leicht löslich in Olivenöl, sehr träge löslich in Glycerin, träge löslich in warmer, verdünnter Natronlauge; nach Zusatz von verdünnter Essigsäure zu dieser Lösung entstehen in kurzer Zeit lange Krystallnadeln, theils einzeln, theils in Aggregaten, ferner zahlreiche, kleine Prismen[1]).

## Ageratum mexicanum Vilm.

H. Molisch[2]) hat zuerst nachgewiesen, dass *Ageratum mexicanum* Cumarin besitzt und dass dasselbe erst nach dem Absterben der oberirdischen Organe auftritt. „*Ageratum* riecht im lebenden Zustande niemals nach Cumarin, sondern erst im todten. Der Geruch der frischen Pflanze rührt vermuthlich von einem öligen Körper, von einem ätherischen Oele her.“ Die Hauptmenge des Cumarins ist nach Molisch in den Blättern; die Blüthen scheinen nur Spuren, die Wurzeln gar keins zu enthalten.

1. Versuch. Fünf frische Blätter dieser Pflanze wurden in einer gut gereinigten, geschlossenen Petrischale auf (nicht in) den Heissluft-Sterilisirapparat gebracht, welcher auf ungefähr 75° C. erhitzt war. Ab und zu wurden auf die Aussenseite des Deckels dieser Schale einige Wassertropfen gebracht, welche allmählich verdunsten. Die Innenseite des Deckels beschlägt sich nun, wie begreiflich, sehr stark mit Wassertropfen. Nach vier Stunden wurde die Schale von dem erhitzten Apparat genommen und, ohne den Deckel zu öffnen, so lange stehen gelassen, bis die Wassertropfen auf der Innenseite des Deckels verschwunden waren. Hier sieht man schon mit unbewaffnetem Auge einen weisslichen Beschlag; namentlich fallen

---

1) H. Behrens, Anleitung zur mikrochem. Analyse. 1897, 4. Heft, S. 94.

2) H. Molisch und S. Zeisel, Ein neues Vorkommen von Cumarin. Diese Berichte 1888, Bd. VI, S. 354.

Krystallnadeln bis zu 1 *cm* Länge sofort auf. Dieselben sind, wie die mikroskopische Untersuchung bei schwacher Vergrösserung zeigt, einfache oder mit Ansätzen anderer Nadeln versehene Prismen, deren Enden in der Regel undeutlich gestaltet sind. Ausserdem sieht man überaus zahlreiche, meistens kleine, mitunter auch längere Prismen und Aggregate derselben, welche eine deutliche Querstreifung[1]) zeigen (Fig. 3). — Alle diese Formen haben dieselben Lösungsverhältnisse, wie sie für das Cumarin der Tonkabohne angegeben worden sind; auch verflüchtigen sich dieselben, der Luft ausgesetzt, allmählich und lassen einen starken Cumaringeruch erkennen.

2. Versuch. Die zu dem ersten Versuch verwendeten *Ageratum*-Blätter sind nun vollständig trocken geworden, so dass sie sich zwischen den Fingern leicht zerreiben lassen; diese Fragmente werden nun mittelst Uhrschale, Glasplatte und aufgesetztem Wassertropfen in der bekannten Weise auf Cumarin geprüft. Nach einer Viertelstunde des Versuchs ist der aufgesetzte Wassertropfen verdunstet; auf der Innenseite der Glasplatte sieht man einen deutlichen Anflug, welcher mikroskopisch geprüft wird. Man findet neben ölartigen Tropfen dieselben Krystallformen, wie sie für das Cumarin der Tonkabohne angegeben worden sind: einzelne Prismen und Aggregate derselben (Fig. 4), ausserdem öfters verschiedenartig gekrümmte Formen, Aggregate vieler Krystalle (Fig. 5). Diese eigenthümlich gestalteten Aggregate werden wir im Folgenden noch öfters erwähnen; sie scheinen für Cumarin charakteristisch zu sein.

3. Versuch. Frische Blätter wurden in einer offenen Schale im Trocken-Sterilisirapparat bei 100° C. getrocknet. Dieselben waren bereits nach einer halben Stunde vollständig dürr, so dass sie leicht zerrieben werden konnten. Die Sublimationsprobe ergab keine Spur von Krystallen, nur ölartige Tröpfchen. Durch jene Erhitzung wurde, wie vorauszusehen war, das ganze Cumarin verflüchtigt.

4. Versuch. Nach vollständiger Entfernung der Blätter wurden einige Stengel in geschlossener Petrischale auf den Sterilisirapparat gebracht, welcher im Innern 80° C. zeigte. Nach zwei Stunden waren dieselben noch nicht trocken, sondern nur stark welk; sie wurden mit der Schere in kleine Stücke geschnitten und mittelst Uhrglas etc. auf Cumarin geprüft: nach 10 Minuten (mit aufgesetztem Wassertropfen) konnten die bekannten Cumarin-Krystallformen nachgewiesen werden.

5. Versuch. Zahlreiche Wurzeln wurden in geschlossener Schale getrocknet, hierauf zerschnitten und auf Cumarin geprüft: es wurde kein einziger Krystall beobachtet. — Dasselbe Resultat ergab der Versuch mit frischen Wurzeln.

---

1) Siehe H. Behrens, l. c. S. 94.

## Ruta graveolens L.

Nach Zwenger und Bodenbender[1]) soll die *Ruta graveolens* L. Cumarin besitzen.

Einige Blätter derselben wurden getrocknet, zerrieben und geprüft: nach 10 Minuten sieht man auf der Glasplatte zahlreiche, kleine, 7 $\mu$ lange Nadeln, ferner grössere, bis 36 $\mu$ lange Krystalle und büschel- und sternförmige Aggregate. Diese Formen sind, wie die mikrochemischen Reactionen zeigen, kein Cumarin, sondern eine andere, vorläufig nicht näher bestimmte Substanz. Damit soll nicht gesagt sein, dass jene Pflanze kein Cumarin besitze und die Angabe Zwenger's und Bodenbender's nicht richtig sei. Es ist möglich, dass aus irgend einem Grunde die Sublimationsmethode hier versagt.

## Asperula odorata L.

Frische Blätter von Pflanzen, welche noch keine Blüthenknospen-Anlage zeigten, wurden in geschlossener Petrischale auf dem Trocken-Sterilisirapparat, welcher im Innern 80° C. zeigte, durch zwei Stunden getrocknet, hierauf zerrieben und mittelst Uhrschale und Glasplatte auf Cumarin geprüft. Versuchsdauer 20 Minuten, mit aufgesetztem Wassertropfen. Nach weiteren 10 Minuten war die Glasplatte vollständig kalt und wurde nun mikroskopisch untersucht: zahlreiche sehr schöne, flache Prismen und Aggregate derselben; ferner gekrümmte Formen. Die Prismen waren bisweilen sehr dünn, so dass sie die Farbenerscheinungen dünner Plättchen zeigten. Bei einem und demselben Aggregate von Krystallen wurden neben farblosen Prismen solche mit carminrother, gelber, blauer und grüner Farbe beobachtet.

Einfacher und rascher zum Ziele führend ist folgendes Verfahren, welches mit Blättern von Waldmeisterpflanzen angestellt wurde, deren Blüthen unmittelbar vor der Entfaltung standen:

Ganze, lebende Blätter werden in geschlossener Petrischale eine halbe Stunde lang der Erhitzung durch die kleine Flamme des Bunsenbrenners in derselben Weise ausgesetzt, wie bisher die Versuche mittelst Uhrglas und Glasplatte angestellt wurden; auf die Aussenseite des Deckels wurde kein Wasser gebracht. Die Innenseite des Deckels ist nun ganz bedeckt mit Wassertropfen, welche nach dem Oeffnen der Schale sehr langsam verdunsten. An jeder Stelle, wo ein Wassertropfen sich befand, sieht man bei mikroskopischer Betrachtung sehr zahlreiche Krystalle, theils lange Nadeln und Combinationen derselben, theils kürzere und längere Prismen, öfters mit jener Querstreifung der Seitenwände, wie dieselbe für

1) Th. Husemann, Die Pflanzenstoffe. I. Bd., 1882, S. 1037.

Quarzkrystalle charakteristisch ist. Lässt man den Deckel auf der Petrischale, so lassen sich jene Krystalle einige Tage lang vollständig intact erhalten.

Der kräftige Cumaringeruch, die bekannten Krystallformen, ferner ihre Lösungsverhältnisse geben die Gewissheit, dass auf diese einfache Weise Cumarin aus Waldmeisterblättern in Krystallform dargestellt werden kann.

Die zu diesem Versuche verwendeten Blätter sind, nachdem dieselben eine halbe Stunde der Mikroflamme ausgesetzt waren, fast trocken und lassen sich leicht zerreiben. Versuch mittelst Uhrschale, Glasplatte und aufgesetztem Wassertropfen eine Viertelstunde: obwohl dieses Material bereits einmal verwendet worden war, kamen mmer noch sehr zahlreiche Cumarin-Krystalle zur Ausbildung.

## Hierochloa australis R. et S.

Einige Blätter wurden in geschlossener Petrischale im Trockenkasten bei 75° C. durch zwei Stunden getrocknet, hierauf zwischen den Fingern zerrieben und mittelst Uhrschale und Glasplatte mit aufgesetztem Wassertropfen in der bekannten Weise auf Cumarin geprüft. Nach 7 Minuten des Versuchs wurde die Glasplatte mikroskopisch untersucht: die Innenseite derselben ist bedeckt mit sehr zahlreichen kleinen Tröpfchen, zwischen welchen vor dem Auge des Beobachters zahlreiche, meistens sehr lange, etwas gekrümmte, mit federartigen Ansätzen versehene Krystall-Aggregate sich bilden; ausserdem büschelförmige Aggregate von kleinen Nadeln und deutliche Prismen, ferner Aggregate derselben, hier und da in Folge ihrer dünnen Gestalt in verschiedenen Farben erscheinend.

Dasselbe Material wurde noch zweimal mit längerer Versuchszeit (10—30 Minuten) geprüft und ergab stets in abnehmender Menge verschiedene Krystalle. Alle diese Krystallformen erwiesen sich als Cumarin; die schönsten Formen wurden hierbei nicht in der Mitte der Glasplatte, sondern mehr gegen den Rand zu beobachtet.

Frische Blätter wurden eine Stunde lang in geschlossener Petrischale bei 100° C. getrocknet; dieselben besassen, wie der Versuch zeigte, nach dieser Erhitzung nur noch Spuren von Cumarin.

## Hierochloa odorata Wahlb.

Die Blätter dieser Pflanze verhalten sich bezüglich des Cumaringehaltes ebenso wie die von *H. australis*; namentlich wurden hier die schon öfters erwähnten, verschiedenartig gekrümmten Formen (Fig. 6) beobachtet; bei stärkerer Vergrösserung erweisen sich dieselben als Aggregate von mehr oder weniger deutlich ausgebildeten Prismen (Fig. 7).

Versuche mit den Blüthen ergaben nach 20 Minuten der Einwirkung der Mikroflamme nur ganz vereinzelte Krystalle und Aggregate derselben.

### Anthoxanthum odoratum L.

verhält sich ebenso wie die bereits behandelten Gräser.

### Prunus Mahaleb L.

Von einem 5 *cm* langen und 6 *mm* dicken, frischen Zweigstücke (abgeschnitten am 26. April) wurde die Rinde in einem einzigen Stücke abgelöst und in geschlossener Petrischale zwei Stunden lang im Trockenkasten bei 75° C. gehalten. Nach dem Erkalten der Schale zeigte die Innenseite des Deckels in der Mitte grosse Wassertropfen, gegen den Rand hin gekrümmte Krystallformen und einzelne Prismen.

a) Die Hälfte dieser Rinde wurde, da sie noch nicht vollständig trocken war, mit der Schere in kleine Stücke zerschnitten und dem Sublimationsverfahren mittelst Uhrglas, Glasplatte und aufgesetztem Wassertropfen unterworfen. Versuchszeit 10 Minuten: sehr zahlreiche, kleine Nadeln; zahlreiche grössere, meist gut ausgebildete Prismen, sehr selten Aggregate.

b) Dasselbe zerkleinerte Material wurde noch einmal benützt; Versuchszeit $^1/_4$ Stunde ohne Anwendung eines Wassertropfens: bei schwacher Vergrösserung sieht man auf der Mitte der Glasplatte überaus zahlreiche Nadeln, welche bei stärkerer Vergrösserung als lange Prismen erscheinen; dieselben sind 120 $\mu$ lang, die sichtbare Fläche 4 $\mu$ breit, die Enden bisweilen undeutlich ausgebildet, in der Regel Einzelkrystalle, selten Vereinigungen von zwei oder mehreren derartigen Prismen (Fig. 8). Gegen den Rand der Glasplatte zu findet man überaus zahlreiche, kürzere, aber viel breitere Prismen.

Das Gesammtbild dieser Krystallbildungen ist im Allgemeinen ein anderes, als bei den früher untersuchten Pflanzen; dessen ungeachtet halte ich auch alle diese Formen für Cumarin: sie besitzen kräftigen Cumaringeruch und zeigen alle Lösungsverhältnisse des Cumarins.

c) Ein 3. Versuch mit demselben Material; Versuchszeit $^1/_4$ Stunde mit aufgesetztem Wassertropfen: ein starker Beschlag bestehend aus sehr zahlreichen, mehr oder weniger deutlichen Prismen, gegen den Rand der Glasplatte zu zahlreiche gekrümmte Formen, wie sie namentlich bei *Hierochloa* erwähnt wurden.

Da selbst eine dreimalige Verwendung derselben Rindenfragmente noch eine sehr reiche Krystallbildung ergiebt, so muss der Gehalt dieser Rinde an Cumarin als bedeutend bezeichnet werden.

Das Holz von *Prunus Mahaleb*, fein zerkleinert und dem Sublimationsverfahren unterworfen, liess gar keine Krystalle erkennen.

Dagegen sind die Laubblätter sehr cumarinreich: ein einziges frisches Blatt, zerschnitten, ½ Stunde in geschlossener Petrischale über der Mikroflamme, liess jene oben erwähnten Krystallformen in sehr reicher Menge erkennen.

## Thea chinensis L.

BEHRENS[1]) giebt für die Darstellung des Theïns durch Sublimation folgendes Verfahren an: „Etwa 50 *mg* der trockenen Blätter werden gröblich gepulvert und mit gebranntem Kalk gemengt unter Zusatz von so viel Wasser, dass eine krümelige Masse entsteht. Nach dem Trocknen wird dieselbe mit Alkohol ausgezogen, der Auszug tropfenweise auf einem dünnen Objectträger oder einem Glimmerblättchen verdampft und der Rückstand der Sublimation unterworfen. Man erhitzt bis zu beginnender Bräunung und kann bei geschickter Ausführung von einer Menge, welche 1 *mg* Thee entspricht, drei brauchbare Anflüge erhalten. Dieselben sind weiss, oft in der Mitte pulverig, an den Rändern die charakteristischen Nadeln zeigend. Sie bestehen aus fast reinem Kaffeïn“.

Zu dem von mir angewendeten, einfachen Verfahren des Nachweises von Theïn (= Kaffeïn) kann man jedes einzelne, kleine Theeblattfragment gebrauchen, was, wie ich gezeigt habe[2]), für den Nachweis von bereits extrahirtem Thee in einer Mischung mit intactem Thee von grosser praktischer Bedeutung ist.

Ein gerolltes Blattfragment eines käuflichen Thees (= nicht extrahirten Souchong ff.) von 1 *cm* Länge wird in einer Reibschale oder einfach zwischen den Fingern zerrieben und mittelst Uhrglas und Glasplatte mit oder ohne aufgesetztem Wassertropfen in der bekannten Weise auf seinen Theïngehalt geprüft: nach 5—15 Minuten der Einwirkung der kleinen Flamme zeigt sich ein starker Anflug auf der Innenseite der Glasplatte, welcher aus zahlreichen feinen, bis 48 $\mu$ langen Nadeln besteht (Fig. 9).

Diese Krystallnadeln sind, wie die von H. MOLISCH[3]) angegebene, mikrochemische Reaction mittelst Salzsäure - Goldchlorid beweist, Theïn.

---

1) H. BEHRENS, Anleitung zur mikrochemischen Analyse der wichtigsten organischen Verbindungen 1897, Heft 4, S. 15.

2) A. NESTLER l. c.

3) H. MOLISCH, Grundriss einer Histochemie der pflanzlichen Genussmittel 1891, S. 7 und 15.

H. Molisch hat nämlich bereits vor 10 Jahren ein Verfahren ausgearbeitet, um selbst in kleinen Blatttheilen des käuflichen, natürlichen Thees Theïn nachweisen zu können.

Das Verfahren besteht darin, dass das betreffende Fragment in einen Tropfen conc. Salzsäure gelegt und nach einer Minute ein Tröpfchen 3 procentiger Goldchloridlösung hinzugefügt wird.

Sobald ein Theil der Flüssigkeit verdampft wird, schiessen am Rande des Tropfens mehr oder minder lange, gelbliche, zumeist büschelförmig ausstrahlende Nadeln von charakteristischem Aussehen an." Ich habe dieses Verfahren des Theïnnachweises zur Bestimmung jener durch Sublimation erhaltenen Krystallnadeln sehr oft angewendet und dasselbe als ganz verlässlich gefunden.

Dabei ist ganz besonders darauf zu achten, dass die charakteristischen Krystalle — einzelne, spitz zulaufende, gelbe Nadeln; Gruppen von dünnen Nadeln, meist sternförmig angeordnet, die Strahlen von ungleicher Länge, oder büschelig von einem Punkte ausstrahlend; lange Nadeln mit am Ende federartigen Bildungen — nahezu augenblicklich entstehen und nach wenigen Minuten in grosser Menge am Rande des Tropfens vorhanden sind. Macht man den gleichen Versuch nur mit conc. Salzsäure und Goldchlorid (3procentig), also mit Ausschluss von Theïn, so sieht man nach einer Stunde noch keine Krystalle, erst nach langer Zeit entstehen am Rande des Tröpfchens kleinere und grössere, sehr dünne, scheinbar farblose Krystallstäbchen, ferner kürzere und längere, dicke, stabförmige, gelbe Prismen, niemals aber jene büschel- oder sternförmigen oder federartigen Gestalten. Auch L. Cador[1]) machte die Beobachtung, dass Salzsäure und Goldchlorid allein „niemals spitz endende oder büschelig ausstrahlende Nadeln geben."

Das Verfahren des Theïnnachweises durch Sublimation wurde ausser auf Souchong noch auf die Sorten Glendower, Brakfast, Congo, Pecco und Imperial angewendet. Alle diese Proben bestanden natürlich aus noch nicht extrahirtem Thee und gaben bei derselben Menge des Thees und derselben Dauer des Versuches mehr oder weniger Krystallnadeln, je nachdem die Theesorte aus jüngeren oder älteren Blättern oder Blattfragmenten bestand[2]). Ein Thee, welcher 5—10 Minuten lang mit heissem Wasser extrahirt und dann bei gewöhnlicher Zimmertemperatur getrocknet wird, enthält kein Theïn, das durch Sublimation nachweisbar ist. Nimmt man für den Theïnnachweis ein intactes (nicht extrahirtes) Theeblatt oder ein Fragment

1) Anatomische Untersuchung der Maté-Blätter unter Berücksichtigung ihres Gehaltes an Theïn. Bot. Centralbl., Bd. 84, S. 251.

2) Vergl. H. Molisch, Grundriss einer Histochemie der pflanzlichen Genussmittel 1891, S. 15, und G. Clautriau, Nature et signification des alkaloides végétaux. Bruxelles 1900, S. 62.

desselben, ohne dasselbe zu zerreiben, so erhält man in derselben Zeit, wie sie bei den früheren Versuchen eingehalten wurde, keine oder sehr wenige Krystallnadeln; in diesem Falle verhindert offenbar die unversehrte Epidermis des Blattes, beziehungsweise die Cuticula desselben die Verflüchtigung des Theïns. Es ist daher das Zerkleinern des Theeblattes oder Fragmentes auf diese oder jene Weise zur raschen Erzielung eines Erfolges unbedingt nothwendig.

Dass dieses Verfahren des Theïnnachweises für alle theïn- (kaffeïn-) haltigen Substanzen verwendbar ist, geht aus den folgenden Versuchen hervor; nach 5—10 Minuten Versuchszeit mit aufgesetztem Wassertropfen zeigt die Glasplatte stets einen deutlichen Anflug, bestehend aus Krystallnadeln verschiedener Länge, welche auf mikrochemischem Wege als Theïn (Kaffeïn) bestimmt werden können.

Maté: Einige zerriebene Blattstücken der Handelswaare liessen nach 10 Minuten Versuchszeit zahlreiche durchschnittlich 36 $\mu$ lange Krystalle erkennen.

Kaffee: Einige kleine Stückchen einer rohen Kaffeebohne gaben in kurzer Zeit einen starken Anflug, bestehend aus zahlreichen Krystallen von durchschnittlich 48 $\mu$ Länge.

Ein Stück einer gebrannten Kaffeebohne wurde in der Reibeschale zerrieben; bereits nach 5 Minuten war die Glasplatte von zahlreichen durchschnittlich 40 $\mu$ langen Krystallnadeln bedeckt.

Ein lebendes Kaffeeblatt von 6 *cm* Länge wurde im Trocken-Sterilisirapparat bei 80° C. vollständig getrocknet; hierauf ein Stückchen desselben zerrieben und der Kaffeïnprobe unterworfen. Nach kurzer Zeit entstand ein Anflug von zahlreichen, 57 $\mu$ langen Kaffeïnnadeln. Denselben Erfolg erzielte ich mit einem Blatte von 14 *cm* Länge[1]).

Kola: Eine kleine Menge von Stückchen, welche von einem Cotyledon der Kolanuss (*Cola acuminata* R. Br.) abgeschabt wurden, liess in 10 Minuten zahlreiche Nadeln von 33 $\mu$ Länge erkennen.

Eine sehr kleine Menge einer Kola-Pastille[2]) gab, fein gehackt, nach 5 Minuten des Versuches auf der Glasplatte einen starken Anflug, bestehend aus überaus zahlreichen, dicht gelagerten kleinen Nadeln.

Auf dieselbe Weise können Kola-Zucker, Kola-Chocolade und andere gebräuchliche Kolapräparate geprüft werden.

Guarana (*Pasta Guarana, Paullinia sorbilis* Mart.): Abgeschabte Fragmente sowohl von der homogen erscheinenden Grundmasse als auch von den in derselben eingebetteten Samentheilen ergaben nach kurzer Versuchszeit zahlreiche, dicht gelagerte Krystalle.

---

1) Nach van Romburgh (G. Clautriau l. c., S. 61) enthalten die jüngeren Blätter von *Coffea arabica* 1,6 pCt., die ausgewachsenen 1,1 pCt. Kaffeïn, dagegen die Blätter von *Coffea liberica* 0,6 pCt. bezw. kein Kaffeïn.

2) Hergestellt von Dallmann & Comp. in Gummersbach (Rheinland): Kolaauszug 5 *g*, Cacao 1,5 *g*, Zucker 14,5 *g* zu 21 Pastillen à 1 *g* verarbeitet.

## Cacao.

Cacao enthält neben dem Alkaloid Theobromin (0,8—2p Ct.), nach Eminger[1]) auch Kaffeïn (0,05—0,36 pCt.).

Das Pulver eines zerriebenen Cacaokernes, auf die bekannte Weise der Mikroflamme ausgesetzt, giebt gar keine Krystalle. Anders verhält sich entöltes Cacaopulver. Man kann dazu das käufliche Cacaopulver verwenden oder einen Cacaokern in der Reibschale zerreiben, die zerriebene Masse mit Aether schütteln, den Aether abgiessen und den Rückstand dem Sublimationsverfahren unterziehen. Ein kleines Häufchen entölten Cacaos wird durch 15—20 Minuten der Mikroflamme ausgesetzt, während die Aussenseite der Glasplatte einen Wassertropfen trägt: es bildet sich auf der Unterseite der Glasplatte ein sehr starker Anflug, bestehend aus verschieden grossen Nadeln: kleine 5—7 $\mu$ lange, in der Mitte etwas verdickte Kryställchen; ferner Nadeln bis zu 48 $\mu$ Länge; einzelne Nadeln erreichen eine Länge von 0,2 *mm* und zeigen bisweilen federartige Ansätze.

Bei Zusatz von concentrirter Salzsäure und 3 procentiger Goldchloridlösung erhält man dieselben Krystallformen, wie dieselben für Kaffeïn beschrieben worden sind. Ob unter jenen durch Sublimation entstandenen Krystallformen neben Kaffeïn auch Theobromin[2]) vorhanden ist, muss ich bezweifeln, da bei der durch jene Lage der Mikroflamme erzielten Temperatur (etwa bis zu 60°) eine Sublimirung des Theobromins nicht stattfindet, wie der Versuch mit reinem Theobromin zeigt.

Nach Behrens[3]) ist für die Sublimation des Theobromins, welche er wie die des Theïns ausführt, eine Temperatur von etwa 300° C. erforderlich.

Reines Theobromin sublimirt jedoch nach meinen Versuchen schon bei einer bedeutend tieferen Temperatur. Erhöht man den Bunsenbrenner bei meinem Sublimationsverfahren durch Unterlegen einer Petrischale, so dass die Mikroflamme um 1,5 *cm* dem Uhrglase näher kommt, so findet in 20 Minuten eine Steigerung der Temperatur des zu prüfenden Objectes auf ungefähr 80° C. statt. Bei dieser Temperatur nun geht die Sublimation des reinen Theobromins sehr leicht vor sich; die Glasplatte zeigt nach kurzer Zeit einen starken Beschlag, bestehend aus kleinen Körnchen; durch wiederholtes Anhauchen entstehen am Rande des Beschlages kleine Krystalle.

---

1) A. Vogl, Die wichtigsten vegetabilischen Nahrungs- und Genussmittel, 1899, S. 288.

2) Nach H. Molisch (Histochemie, S. 23) giebt Theobromin mit Salzsäure-Goldchlorid dieselbe Reaction wie Kaffeïn.

3) l. c., S. 16.

Setzt man nun entöltes Cacaopulver dieser Temperatur aus, so erhält man nach 20 Minuten der Versuchszeit neben kleineren und grösseren Nadeln auch kleine Körnchen, welche möglicher Weise dem Theobromin angehören; der Nachweis desselben mittelst Silbernitrat[1]) gelang mir jedoch nicht.

### Vanilla planifolia Andrew.

Vanillin sublimirt bekanntlich sehr leicht.

Der Innenrand eines geschlossenen Glases, in welchem Vanillinfrüchte sich befinden, bedeckt sich nach einiger Zeit mit sehr zierlichen, federartigen Bildungen, welche aus reinem Vanillin bestehen. Die frisch geerntete Vanillefrucht hat, wie von H. MOLISCH[2]) zuerst hervorgehoben worden ist, höchst wahrscheinlich gar kein oder sehr wenig Vanillin; die Hauptmasse desselben entsteht erst beim Trocknen der Früchte aus einer anderen Substanz.

Einige sehr kleine Fragmente einer Vanillefrucht des Handels (Bourbon-Vanille) werden dem Sublimationsverfahren unterworfen: nach $^1/_4$ Stunde ist ein deutlicher Beschlag vorhanden, welcher aus kleinen Tröpfchen besteht.

Nach ungefähr einer Stunde (nach dem Entfernen des Objectes vom Mikrobrenner) zeigen sich am Rande des Beschlages, welcher im Allgemeinen keine bestimmten Formen erkennen lässt, Aggregate von mehr oder weniger deutlichen, farblosen Prismen. Der ganze Beschlag besteht, wie die Reactionen beweisen, aus Vanillin.

Prag, Pflanzenphysiolog. Institut der k. k. deutschen Universität.

---

### Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Uhrglas (*u*) mit Glasplatte (*g*); auf derselben ein Wassertropfen (*w*) über der zu untersuchenden Probe (*p*). Etwas verkleinert.

„ 2—8. Cumarinkrystalle und Aggregate derselben, durch Sublimation gewonnen aus den Samen von *Dipteryx odorata* (Fig. 2, Vergr. 300); aus den Blättern von *Ageratum mexicanum* (Fig. 3, Vergr. 50, Fig. 4, Vergr. 300, Fig. 5, Vergr. 50); aus den Blättern von *Hierochloa odorata* (Fig. 6, Vergr. 50, Fig. 7, Vergr. 300); aus der Rinde von *Prunus Mahaleb* (Fig. 8, Vergr. 150).

„ 9. Kaffeïnkrystalle aus dem rohen Samen von *Coffea arabica*. Vergr. 300.

---

1) H. BEHRENS l. c., S. 17.

2) H. MOLISCH, Histochemie, S. 49.

# 42. E. Heinricher: Notiz über das Vorkommen eines Brandpilzes aus der Gattung Entyloma auf Tozzia alpina L.

Mit zwei Holzschnitten.

Eingegangen am 8. Juni 1901.

Gelegentlich meiner Studien über *Tozzia*[1]) benutzte ich, zur Aufhellung gewisser anatomischer Details, im Jahre 1891 gesammeltes und in Alkohol conservirtes Material, wobei ich in etlichen wenigen Laubblättern auf einen mir zunächst völlig unbekannten, pilzlichen Schmarotzer stiess. Nach einigem Herumtasten gelang es mir, die systematische Stellung des Pilzes mit Sicherheit festzulegen, indem ich in ihm einen Angehörigen der Ustilagineen-Gattung *Entploma* erkannte. Bei dem vorjährigen Besuch des mir *Tozzia* liefernden Standortes, im innersten Hallthal nächst Hall in Tirol, ist mir an dem lebenden Material das Vorhandensein eines Schmarotzers in den Pflanzen nicht aufgefallen; freilich dürfte der Parasit, zumal in den ersten Stadien seiner Entwickelung, sehr geringe Veränderungen, die äusserlich hervortreten, an der Wirthspflanze veranlassen; überdies war mir damals die Existenz des Schmarotzers überhaupt unbekannt. Indem ich mir vorbehalte, bei eventuellem neuerlichen Auffinden des Pilzes meine nachfolgenden Mittheilungen zu erweitern und zu vervollkommnen, beschränke ich mich hier auf eine kurze Erörterung dessen, was mich das aus einigen wenigen Blättern bestehende, conservirte Material kennen lernen liess.

In der Abhandlung „*Protomyces microsporus* und seine Verwandten" hat DE BARY[2]) 1874 die Gattung *Entyloma* aufgestellt und ihre Zugehörigkeit zu den Ustilagineen, wie die nächste Verwandtschaft mit *Tilletia* erkannt. Ausser dem von UNGER *Protomyces microsporus* genannten Pilze, dem DE BARY den Namen *Entyloma Ungerianum* gab, konnte dieser damals noch drei *Entyloma*-Arten anführen. In der Folge wuchs die Zahl der bekannten Arten rasch. Insbesondere hat SCHROETER[3]) 1877 9 Arten namhaft gemacht. In

1) Der III. Theil meiner Studien über die Halbschmarotzer behandelt *Bartschia* und *Tozzia*; er ist schon vor längerer Zeit der Redaction der Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik übermittelt worden und wird im Herbst dieses Jahres gedruckt vorliegen.

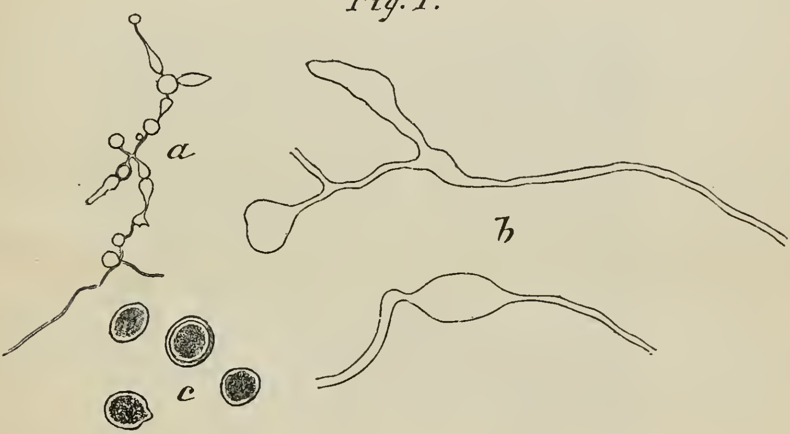
2) Bot. Ztg. 1874, 32. Jahrg.

3) Bemerkungen und Beobachtungen über einige Ustilagineen. Beiträge zur Biologie der Pflanzen, II. Bd., Breslau 1877, S. 339.

der RABENHORST'schen Kryptogamenflora[1]) zählt WINTER 1884 schon 16 Arten auf, und SACCARDO[2]) verzeichnet ihrer 1888 gar 36, wobei allerdings 10 Arten als „minus notae" vermerkt werden.

Auf Rhinanthaceen ist kein *Entyloma* bisher gefunden worden, überhaupt führt SACCARDO nur zwei Ustilagineen an, die auf Rhinanthaceen bekannt sind, und zwar beide für *Euphrasia (Orthantha) lutea*, nämlich *Tuburcinia Trientalis* Berk. et Br., bei RABENHORST: *Sorosporium Trientalis* Woron., und *Thecaphora aterrima* Tul. Es ist einigermassen wahrscheinlich, dass das *Entyloma* auf *Tozzia* eine neue Art ist; jedenfalls wird es zweckmässig sein, dasselbe wenigstens vorläufig als solche zu benennen und unter Beziehung auf die Wirthspflanze als *Entyloma Tozziae* m. zu taufen. Bisher wenigstens ist für

Fig. I.




keine *Entyloma*-Art das Vorkommen auf Wirthspflanzen, die verschiedenen Familien angehören würden, angegeben, wohl aber werden für dieselbe Wirthspflanzen-Gattung, wie z. B. für die Gattung *Ranunculus*, eine Anzahl distincter Arten angeführt[3]). Häufig scheinen sich die Arten einer Gattung als Wirthe für die gleiche *Entyloma*-Art vertreten zu können. So kommt *Entyloma microsporum* auf *Ranunculus repens*, *R. bulbosus* und *Ficaria* vor, während Fälle, wo dieselbe Art auf verschiedenen Gattungen, wie *Entyloma Calendulae* auf verschiedenen Hieracien, auf *Arnoseris minima*, *Arnica montana*, *Bellidiastrum Michelii*, constatirt ist, seltener zu sein scheinen. Freilich dürfte es in dieser Beziehung noch sehr an ausreichenden Versuchen fehlen, und gerade diese scheinen mir am werthvollsten, und würde

1) II. Aufl., I. Bd., Leipzig 1884, S. 111.

2) Sylloge Fungorum, Vol. VII, Pars II, Patavii 1888, p. 487.

3) *Entyloma Ranunculi*, in den Blättern verschiedener *Ranunculus*-Arten, *E. verruculosum*, in jenen von *Ranunculus lanuginosus*, *E. microsporum* (*E. Ungerianum*) auf verschiedenen *Ranunculus*-Arten.

ich solche durchführen, falls es mir gelänge, den Pilz neuerdings lebend aufzufinden[1]). Da die Gattung *Ranunculus* von mehreren *Entyloma*-Arten befallen wird und *Ranunculus lanuginosus* öfters als Wirthspflanze der *Tozzia* dient, schiene es mir z. B. möglich, dass das *Entyloma Tozziae* auch auf *Ranunculus lanuginosus* entwickelungsfähig wäre.

Als *Entyloma* ist der Pilz durch das charakteristische, die Intercellularen durchziehende und hier intercalar die Sporen bildende Mycelium wohl gekennzeichnet. An meinem Material war im Allgemeinen die Sporenbildung schon weit vorgeschritten und deshalb vom Mycelium nicht mehr viel zu sehen. Nur an den Rändern der einzelnen Infectionsherde fand sich noch ein jüngeres, doch auch schon in die Sporenbildung eintretendes Mycel. Von solchem giebt Fig. 1 *a* ein Stück bei 585 facher Vergrösserung wieder.

Vergleicht man die Fig. 1 bei de Bary l. c., so ergiebt sich, dass bei *Entyloma Tozziae* das Mycelium viel zarter gebaut erscheint als bei *Entyloma Ungerianum*. Es kann diese Dünne der Mycelzweige aber auch der Ausdruck für eine relative Schwächung des Myceliums sein, welches eben in seinen letzten, peripherischen Bildungen vorlag. Auch steht damit im Zusammenhang, dass an den Mycelfäden des *Entyloma Tozziae* die Querwände äusserst schwer zu erkennen waren.

Fig. 1 *b* zeigt zwei weitere Myceliumstücke, die bei viel stärkerer Vergrösserung, doch nicht vollkommen genau, weil aus freier Hand, wiedergegeben sind. Das betreffende Präparat wurde bei 1500facher Vergrösserung beobachtet.

Der zweite Holzschnitt (S. 365) veranschaulicht die reiche Sporenbildung in den Intercellularen; er giebt die mikrophotographische Aufnahme eines mit dem Mikrotom angefertigten Blattflächenschnittes bei 220 facher Vergrösserung wieder.

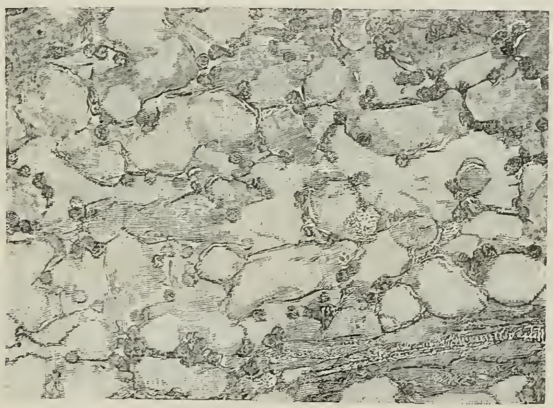
Die Sporen sind in der Regel rundlich oder ellipsoidisch, ihr Durchmesser schwankt zwischen 8—12 $\mu$. In Fig. 1 *c* ist eine Anzahl Sporen bei 585facher Vergrösserung wiedergegeben. Einzelne der Sporen (z. B. die ober *c*) zeigten eine dicke, doppelt contourirte Membran. Wahrscheinlich waren die Sporen meines Materials noch nicht vollkommen ausgereift[2]). „Ecken und Vorsprünge, Uneben-

1) Dies ist inzwischen geschehen.

2) de Bary unterscheidet zwischen dickwandigen und minder dickwandigen Sporen; erstere keimten bei Herbstaussaaten stets später als letztere, und er schliesst daraus, dass die Ueberwinterung vorzugsweise mittelst der dickwandigen Sporen geschieht (l. c. S. 100). Für *Entyloma Tozziae* lässt sich noch nicht sagen, ob gleiche Verhältnisse herrschen. Die in überwiegender Zahl dünnwandigen Sporen, welche ich beobachtet habe, sind vermuthlich noch nicht völlig entwickelte Sporen, wie auch aus dem Erhaltungszustande des Blattgewebes an den befallenen Stellen geschlossen werden kann.

heiten sehr unregelmässiger Form, Stärke und Anordnung", wie sie DE BARY für die äussere Sporenoberfläche des *Entyloma Ungerianum* angiebt, habe ich nicht beobachtet. Wohl sah ich aber, dass in kleinen Intercellularen die Sporen, wenigstens während der jüngeren Phasen, durch den Druck der Nachbarzellen oft deformirt werden. Andererseits beobachtete ich an Stellen, wo die Sporenbildung schon weiter vorgeschritten war, die Sporenmasse so dicht gelagert, dass man annehmen muss, dass durch sie Zellen zerdrückt worden seien. Auch DE BARY erwähnt für *Entyloma Ungerianum* S. 86, dass zwischen den Sporenmassen die bis zur Unkenntlichkeit zusammengedrückten Reste der Diachymzellen liegen.

Einzelne *Entyloma*-Arten bringen es bis zur Bildung grösserer Pusteln an den befallenen Theilen oder zur convexen Hervorwölbung



der bewohnten Blattstellen; andere, so *Entyloma Corydalis* und *E. Calendulae* nach DE BARY, sind in ihrem endophyllen Vorkommen äusserst unscheinbar, die Flecken, welche sie bilden, springen kaum nach aussen vor und fallen sehr wenig in die Augen. *Entyloma Tozziae* scheint sich den letzteren anzuschliessen. Die befallenen Blätter sind vollkommen normal gestaltet. Am Alkoholmaterial fallen die durch den Pilz befallenen Stellen, die 1—4 *mm* im Durchmesser betragen, nur durch mangelnde Transparenz auf, höchstens giebt es Anfänge einer schwachen Vorwölbung nach der einen oder der anderen Seite. Diese Verhältnisse dürften ja theilweise von der Ueppigkeit des entwickelten Myceliums abhängen. Wie DE BARY für *Entyloma Ungerianum* angiebt, fand ich auch *Entyloma Tozziae* hauptsächlich zwischen den Nerven entwickelt. Die grösseren Nerven, die von einem keine Intercellularen bietenden Diachym begleitet werden, scheinen den Infectionsherd einzuengen, kleinere, wo jenes nicht zutrifft, werden überschritten. Das Mycelium von *Entyloma Tozziae*

durchwuchert die Intercellularen des gesammten Diachyms zwischen den beiden Epidermen[1]), auch an solchen Infectionsstellen, wo von einer einseitigen Vorwölbung oder einer Verdickung der Blattsubstanz keine Spur zu bemerken ist.

SCHROETER[2]) scheidet die *Entyloma*-Arten in solche, „deren Sporen bald nach der Reife auf der lebenden Pflanze keimen und hier *Fusidium*-artige Sporidienlager bilden", und solche, deren Sporen erst keimen, wenn sie aus ihrem Lager isolirt sind. Vorläufig kann ich selbstverständlich nicht mit Sicherheit sagen, welcher dieser Gruppen *Entyloma Tozziae* beizuzählen ist, doch scheint es mir ziemlich wahrscheinlich, dass es der zweiten Gruppe zufallen dürfte.

Innsbruck, Botanisches Institut, im Juni 1901.

## 43. A. Wieler: Die Beeinflussung des Wachsens durch verminderte Partiärpressung des Sauerstoffes.

Eingegangen am 11. Juni 1901.

Nach Untersuchungen von NABOKICH[3]) sollen phanerogame Pflanzen unter bestimmten Culturbedingungen auch ohne Sauerstoff wachsen können. Sollte sich bei einer Nachprüfung dieser Versuche die Richtigkeit des Factums herausstellen, so würden diese Untersuchungen ein bedeutendes Interesse beanspruchen können, indem sie vielleicht die Möglichkeit bieten, einen tieferen Einblick in die Beziehungen des Wachsthums zum atmosphärischen Sauerstoff zu erhalten. Bisher ist auf Grund der über diesen Punkt angestellten Versuche angenommen worden, dass Wachsthum phanerogamer Pflanzen nur bei Gegenwart von Sauerstoff erfolgt. Diese Ansicht scheint mir durch die Versuche von NABOKICH durchaus nicht widerlegt zu sein; denn er hat bei seinen Versuchen Culturbedingungen eingehalten, welche, selbstverständlich von dem fehlenden Sauerstoff abgesehen, durchaus abweichend sind von den Bedingungen, unter welchen die Pflanzen sonst zu wachsen pflegen. Man kann sich wohl vorstellen, dass die Abhängigkeit des Wachsens vom atmo-

1) Bei *Entyloma Ungerianum* soll nach DE BARY (l. c. S. 87) mindestens eine Zelllage unter der Epidermis der concaven Seite (der weniger befallenen) pilzfrei bleiben.

2) l. c. S. 373.

3) Wie die Fähigkeit der höheren Pflanzen zum anaëroben Wachsthum zu beweisen und zu demonstriren ist. Ber. der Deutschen bot. Ges. Bd. XIX, Heft 4, 1901.

sphärischen Sauerstoff eine indirecte ist, und dass demnach unter bestimmten Umständen auch ein Wachsthum ohne Sauerstoff statthaben könnte. So könnten sich die Ergebnisse der Versuche von NABOKICH mit denen der Versuche älterer Forscher sehr gut vereinigen lassen. NABOKICH scheint allerdings anderer Meinung zu sein. Da in seinen Versuchen die Pflanzen ohne Sauerstoff wachsen, müssen sie auch unter anderen Umständen ohne Sauerstoff wachsen können. Gegentheilige Ergebnisse sind also falsch oder durch fehlerhafte Methoden erhalten worden. Auf S. 222 und 223 wird eine ganze Reihe von möglichen Fehlerquellen namhaft gemacht, ohne zu prüfen, ob sie wirklich in den Arbeiten der erwähnten Autoren vorhanden gewesen sind, und ohne dass der Autor sich der Mühe unterzieht, auch nur eine einzige der Methoden nachzuprüfen.

Ganz besonders nimmt er an der von mir[1]) vor 20 Jahren angewandten Methode Anstoss und macht mich nicht nur für meine angeblichen eigenen Sünden, sondern auch für die anderer Forscher verantwortlich. Unter diesen Umständen dürfte es wohl gerechtfertigt sein, die von mir angewandte Methode gegenüber den Angriffen zu vertheidigen und darauf hinzuweisen, dass die Kritik von NABOKICH weit über das Ziel schiesst.

Meine Untersuchung sollte über zwei Punkte Aufschluss geben: „Welche Verminderung des Sauerstoffgehaltes der atmosphärischen Luft ist nöthig, um das Wachsthum der Pflanzen zum Stillstande zu bringen?“ „Wie weit muss der Sauerstoffgehalt der umgebenden Luft sinken, um das Wachsthum zu verlangsamen?“ Der zweite Punkt kommt hier nicht in Betracht. Hinsichtlich des ersten Punktes wurde vorausgesetzt, dass der Sauerstoff zum Wachsthum nöthig sei. Meine Untersuchungen bezweckten keine Studien über anaërobes Wachsthum. Da aber ein Theil meiner Versuche ergab, dass ausserordeutlich kleine Mengen Sauerstoff noch das Wachsthum zu unterhalten vermögen, sah ich mich veranlasst, mich durch eigene Versuche davon zu überzeugen, ob nicht vielleicht doch im sauerstofffreien Raum Wachsthum stattfände. Wie ich diese Versuche angestellt habe, ist auf S. 200 von mir angegeben worden, aber diese Methode wird von NABOKICH verurtheilt sogar unter Entstellung der Thatsachen.

Die Versuche wurden in einer dampfgesättigten Röhre angestellt; natürlich war sie während der Versuchsdauer dampfgesättigt. Nach NABOKICH sollen meine Pflanzen nicht gewachsen sein, weil sie verwelkt sind. Irgend eine Andeutung auch nur über Welken findet sich bei mir nicht. Dahingegen habe ich deutlich angegeben,

1) Die Beeinflussung des Wachsens durch verminderte Partiärpressung des Sauerstoffes. Untersuchungen aus dem Botan. Institut zu Tübingen, 1. Bd.

dass die Zufuhr von Sauerstoff durch Hinzufügung von etwas Wasser oder etwas Sägemehl einen Zuwachs herbeiführte, und dass die *Helianthus*-Pflanzen, an die atmosphärische Luft gebracht, weiter wuchsen. Die Versuche wurden mit ganzen Keimpflanzen angestellt, wie ich angab, während Nabokich schreibt, ich hätte Stengeltheile verwendet. Er bemängelte ferner, dass ich die Ergebnisse meiner Messungen nicht in Zahlen angegeben habe. Ich habe das unterlassen, nicht, wie Nabokich zu meinen scheint, weil ich irgend etwas zu verbergen hatte, sondern weil mir die Angabe, ob die Pflanzen gewachsen waren oder nicht, vollständig ausreichend schien. Wenn Nabokich diese Angabe nicht genügte, so konnte er die Versuche wiederholen, was ihm eine Kleinigkeit gewesen wäre, da der von mir benutzte Apparat ungemein einfach ist und ihm obendrein ein gut ausgestattetes Laboratorium zur Verfügung stand.

Dass der Autor versucht, diese Versuchsanstellung und die Versuche als werthlos hinzustellen, ist begreiflich; denn es muss ihm darauf ankommen, alle Versuche, deren Ergebnisse mit seiner Auffassung in Widerspruch treten, als unrichtig erscheinen zu lassen. Dahingegen ist es mir unverständlich, warum er bei dieser Gelegenheit die Methode bekrittelt, mit welcher ich bestrebt gewesen bin, die untere Grenze im Sauerstoffgehalt der Luft zu ermitteln, bei welcher das Wachsthum zum Stillstand kommt, da dieser Punkt gar keine directe Beziehung zu Nabokich's Untersuchungen hat. Alle Mängel, welche meine Methode besitzt, können nur dahin wirken, dass der Sauerstoffgehalt, bei dem das Wachsthum zum Stillstand kommt, noch höher ist, als ich angegeben habe. Die in Betracht kommenden Fehlerquellen habe ich in Erwägung gezogen und an passender Stelle besprochen. Für das Ergebniss der Untersuchung macht es wenig aus, ob die Grenze etwas höher oder niedriger liegt; das Ergebniss bleibt dasselbe, dass geringe Mengen Sauerstoff noch das Wachsthum zu unterhalten vermögen. Nabokich nimmt auch daran Anstoss, dass die Grenze für verschiedene Arten verschieden hoch liegt. Darin kann ich nichts Sonderbares erblicken; deshalb braucht man noch nicht gleich an mangelhafte Methode zu denken.

Nabokich schliesst seinen Aufsatz mit der Bemerkung: „Wie es uns scheint, genügt das Mitgetheilte, um zu einer verneinenden Ansicht auf die Zweckmässigkeit und Richtigkeit dieser Untersuchung zu gelangen."

Wer meine Arbeit sorgfältig durchsieht, wird im Gegensatz zu dieser Behauptung wohl zu dem Schlusse kommen, dass ihre Ergebnisse werthvoll und brauchbar sind, bis der Nachweis erbracht ist, dass die phanerogamen Pflanzen auch unter ihren normalen Lebensverhältnissen bei vollem Sauerstoffentzug zu wachsen vermögen.

# 44. G. Hinze: Ueber den Bau der Zellen von Beggiatoa mirabilis Cohn.

(Aus dem Botanischen Institut in Kiel.)

Mit Tafel XVIII.

Eingegangen am 12. Juni 1901.

---

Ueber den Bau der Schizomyceten-Zelle ist bislang keine Uebereinstimmung zwischen der Auffassung der verschiedenen Beobachter erzielt worden. Insbesondere kann die Frage noch nicht als erledigt gelten, ob die Zelle der Bakterien kernlos ist, ob sie einen grossen, unvollkommen gegen das übrige Protoplasma abgesetzten Zellkern (Centralkörper) enthält, oder ob ein im Protoplasmakörper in kleinen Portionen vertheiltes Chromatin als biologisches Aequivalent des Zellkernes anzusehen ist. Der Grund für die Meinungsverschiedenheiten zwischen den einzelnen Beobachtern ist sicher zum guten Theil in der Kleinheit der Bakterienzelle zu suchen; es darf aber auch nicht übersehen werden, dass die Vorfrage noch nicht als erledigt gelten kann, ob alle Schizomyceten einen übereinstimmenden Zellenbau besitzen.

Unter allen zu den Schizomyceten gerechneten Organismen besitzt *Beggiatoa mirabilis*, die zuerst von COHN[1]) beschrieben wurde und die ENGLER[2]) auf sogenannten todtem Grunde des Kieler Hafens aufgefunden hat, bei Weitem die grössten Zellen. Schon bei schwacher Vergrösserung kann man an den cylindrischen, lebhaft beweglichen Fäden die einzelnen Zellen unterscheiden. Die Dicke der Fäden beträgt bis zu 45 $\mu$, die Länge der Gliederzellen kommt ungefähr dem halben Fadendurchmesser gleich.

Wegen dieser ansehnlichen Grösse ihrer Zellen ist *Beggiatoa mirabilis* ein besonders werthvolles Object, und ich habe daher auf Anregung von Herrn Prof. Dr. REINKE die Zellen dieser Pflanzen einer eingehenden Untersuchung unterzogen, über deren Ergebnisse im Nachstehenden kurz berichtet werden soll, während ich die eingehende Darstellung unter umfassender Berücksichtigung der Litteratur einer anderweitigen Veröffentlichung vorbehalte.

---

1) COHN, Zwei neue Beggiatoen. Hedwigia 1865.

2) ENGLER, Ueber die Pilzvegetation des weissen oder todten Grundes in der Kieler Bucht. IV. Bericht der Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel. VII. bis IX. Jahrg. Berlin 1884.

Wir besitzen über den Bau der Zellen von *Beggiatoa mirabilis* eine Notiz von BÜTSCHLI[3]), welche folgendermassen lautet:

„Wenn ich glaubte, dass ihre Grösse die Untersuchung erleichtern werde, so habe ich mich getäuscht; dieser Umstand wirkt vielmehr erschwerend. Da ferner meine Studien an dieser Art noch nicht genügend abgeschlossen sind, so begnüge ich mich einstweilen mit der Bemerkung, dass sie nach meiner Ueberzeugung im Princip denselben Bau wie *Beggiatoa alba* besitzt. Ein colossaler Centralkörper bildet die Hauptmasse der Zelle und enthält eine sehr grosse Vacuole, in deren Innern man an lebenden Zellen kleine blasse Körperchen in Molecularbewegung bemerkt. In der relativ dünnen Wand des Centralkörpers liegen die Schwefelkörner. Zwischen der Oberfläche des Centralkörpers und der Membran findet sich eine dünne einfache Lage von Plasmawaben der Rindenschicht. Feine rothe Körnchen lassen sich nach Hämatoxylinfärbung im Centralkörper nachweisen.“

In Bezug auf die viel kleinzelligere *Beggiatoa alba* bemerkt BÜTSCHLI an der gleichen Stelle, dass der „Centralkörper“ in der Regel von einer ansehnlichen Vacuole erfüllt sei, dem auch seine Figur 20 Ausdruck verleiht; BÜTSCHLI fand aber häufig auch Fäden von *Beggiatoa alba*, „an welchen eine Rindenschicht zwischen den Centralkörpern und den Scheidewänden der Zellen nicht sicher nachzuweisen war, wo vielmehr die intensiver gefärbten Centralkörper bis zu den Scheidewänden der Zellen zu reichen schienen.“ Im „Centralkörper“ liessen sich nach Behandlung mit Hämatoxylin zahlreiche roth gefärbte Körner nachweisen.

In einer zweiten Arbeit[1]) kommt BÜTSCHLI auf die kleinzelligen *Beggiatoa alba* und *Beggiatoa media* zurück, bestätigt seine früheren Angaben und giebt auf Taf. V eine grössere Zahl seiner Auffassung als Belegstücke dienender Abbildungen.

---

Bei meinen Untersuchungen über *Beggiatoa mirabilis* habe ich in erster Linie möglichst die Zellen im lebenden Zustande beobachtet. Ausserdem gelangten Fäden zur Untersuchung, die in FLEMMING'scher Lösung (Chrom-Osmium-Essigsäure) oder in MERKEL-scher Flüssigkeit (Chromsäure-Platinchlorid) fixirt waren. Die Fäden wurden damit theils als Ganzes, theils als feine Mikrotomschnitte mit HEIDENHAIN'schem Hämatoxylin gefärbt.

1) BÜTSCHLI, Ueber den Bau der Bacterien und verwandter Organismen. Leipzig 1890, S. 26.

2) BÜTSCHLI, Weitere Ausführungen über den Bau der Cyanophyceen und Bacterien. Leipzig 1896.

Die Zelle von *Beggiatoa mirabilis* ist von einer deutlich doppelt contourirten Wand umgeben (Taf. XVIII, Fig. 1 und 2). Der Zelleninhalt besteht aus Protoplasma und mehr oder weniger zahlreichen grossen, von Zellsaft erfüllten Vacuolen. Das Protoplasma liegt, wie bei den Zellen höherer Gewächse, als Wandbeleg der Membran an und durchsetzt in zuweilen mächtigen Platten das Innere, die Vacuolen von einander scheidend. Ein Gegensatz zwischen einer protoplasmatischen Rinde und einem Centralkörper im Sinne BÜTSCHLI's war nicht aufzufinden. Ein Zellkern lässt sich im Protoplasma nicht unterscheiden. Die Zellen sind daher als kernlos aufzufassen.

Die inneren Plasmalamellen verlaufen überwiegend in der Richtung des ganzen Fadens, doch können auch Querverbindungen zwischen ihnen auftreten, so dass dann zwei Reihen von Vacuolen vorhanden sind. Das farblose Protoplasma ist sehr feinkörnig und macht einen fast homogenen Eindruck. Grosse, stark lichtbrechende Schwefelkörner sind in unregelmässiger Zahl sowohl dem wandständigen Protoplasma, wie den inneren Platten eingebettet, häufig in solcher Menge, dass dadurch das Bild der Zelle ein undeutliches wird. In Fig. 1 ist eine mittlere Zahl von Schwefelkörnern sichtbar, in Fig. 2 sind Zellen mit ausnahmsweise wenig Schwefelkörnern gezeichnet.

Die Querwände der Zellfäden sind dünner als die Längswände; beide geben keine Cellulosereaction, dagegen färben sie sich mit Rutheniumroth, Safranin und Methylenblau, Reactionen der sogenannten Pectinstoffe. Eine sichere Reaction auf Chitin habe ich nicht erhalten; in concentrirter Kalilauge auf 160° erwärmte Membranen gaben mit Jod keine Färbung. Die Längswände bestehen aus zwei Schichten von verschiedener Quellbarkeit. Wenn man einen Faden in Chlorzinkjod bringt, so löst sich eine äussere, doppelt contourirt erscheinende Lamelle von der inneren, dem Plasmakörper anliegenden Membranschicht ab, die ebenfalls doppelt contourirt ist. An den Enden des Fadens kann man dann auch häufig beobachten, dass die innere Membranlamelle mitsammt dem Plasma in der Längsrichtung des Fadens sich weit von der äusseren Schicht zurückgezogen hat. Das gleiche Resultat kann man auch beim Behandeln mit Chloralhydrat erzielen; auch beim Absterben der Fäden tritt zuweilen solche Spaltung ein. Beide Schichten färben sich mit Safranin in Wasser und mit Rutheniumroth. Ganz besonders bemerkenswerth erscheint noch, dass durch Anwendung geeigneter Lösungen von Salpeter, Zucker und Glycerin sich die Zellen von *Beggiatoa mirabilis* nicht plasmolysiren lassen, d. h. dass sich das Protoplasma nicht von der innersten Membranschicht zurückzieht. Wenn es gelang, eine Contraction des Plasmakörpers hervorzurufen, so schrumpfte entweder die ganze Membran mit zusammen oder sie spaltete sich, und die

innere Membranschicht blieb im Zusammenhang mit dem schrumpfenden Protoplasma.

Die Behandlung des Plasmakörpers mit Farbstoffen ergab Folgendes:

Bei Färbung sowohl ganzer Fäden wie auch der aus Paraffin angefertigten Mikrotomschnitte mit HEIDENHAIN'schem Hämatoxylin zeigten sich zahlreiche, unregelmässig durch das ganze Protoplasma zerstreute und ungleich grosse Klümpchen einer färbbaren Substanz, die kurzweg als Chromatinkörner bezeichnet sein mögen. In Fig. 4 ist der Mikrotom-Längsschnitt eines Fadenstückes gezeichnet, aus dem die Schwefelkörner mit absolutem Alkohol gelöst waren und nunmehr farblose Vacuolen an ihrer Stelle auftreten liessen; die zwischen diesen Schwefelvacuolen im Protoplasma liegenden schwarzen Punkte sind die Chromatinkörner. Fig. 5 zeigt die Vertheilung der Chromatinkörner auf dem Querschnitt eines Fadens. Die Grösse des Durchmessers der Chromatinkörner schwankte in einer Zelle zwischen 0,1 und 0,8 $\mu$.

Ausser diesen Chromatinkörnern findet sich noch eine zweite tingirbare Substanz im Innern des Zellenleibes, die höchst wahrscheinlich ein Kohlenhydrat aus der nächsten Verwandtschaft der Stärke ist. Wenn man die Zellen von *Beggiatoa mirabilis* mit einer Lösung von Jod in Jodkali behandelt, so zeigen sich im Protoplasma zahlreiche Klümpchen bald von mehr bläulicher, bald von mehr bräunlicher Färbung. Glykogen kann die Substanz nicht sein, weil sie in Wasser nicht löslich ist. Ich will sie daher einstweilen mit dem Namen Amylin benennen. Die Amylinkörner sind wie die Chromatinkörner durch das ganze Protoplasma zerstreut; Fig. 6 zeigt ihre Vertheilung (neben einigen Schwefelkörnern) auf dem Längsschnitt, Fig. 7 die Vertheilung auf dem Querschnitt eines Beggiatoafadens. Die Amylinkörner sind bald kugelig, bald oval, von sehr verschiedener Grösse, durchschnittlich grösser als die Chromatinkörner. Manche Zellen sind sehr reich, andere ärmer an ihnen; ist man erst auf dieselben aufmerksam geworden, so kann man sie auch wegen ihres etwas abweichenden Lichtbrechungsvermögens ohne Anwendung von Jod in der lebenden Zelle erkennen. In Speichel sind die Amylinkörner langsam löslich.

Dass die Amylinkörner mit den Chromatinkörnern nicht identisch sind, wird durch den Vergleich von Fig. 5 und Fig. 7 bewiesen, da diese Figuren nach einem und demselben Schnitt gezeichnet sind. —

Die Vermehrung der *Beggiatoa mirabilis* findet nach unserem Wissen ausschliesslich durch Theilung der Zellen und Zerbrechen grösserer Fäden in kleinere Stücke statt. Das Zerbrechen der Fäden erfolgt derart, dass eine oder mehrere Zellen absterben, z. B. in Folge äusserer mechanischer Einflüsse und die Nachbarzellen in die todten

Zellen sich vorwölben, wodurch die beiden Enden der neuen Fäden wiederhergestellt werden. Schliesslich reisst dann die letzte Verbindung durch; daher kommt es, dass man am Ende von Fäden häufig noch einen Rest einer Membran nachschleppen sieht. Die Zelltheilung ist bei *Beggiatoa mirabilis* vollkommen intercalar; jeder Zelle kommt die Fähigkeit zu, sich theilen zu können. Und zwar ist bei einem normalen Faden die Theilung sehr intensiv; bei einem ziemlich langen Faden war z. B. fast der vierte Theil sämmtlicher Zellen fast gleichzeitig in Theilung begriffen. Gewöhnlich theilen sich zwei oder meist drei neben einander liegende Zellen gleichzeitig oder kurz nach einander; während dieser Zeit sind dann die Nachbarzellen so weit in die Länge gewachsen, dass sie sich nach ihnen theilen u. s. w. Die Zelltheilung vollzieht sich in folgender Weise. In der Halbirungsebene der Mutterzelle bemerkt man zuerst eine Ringleiste um die Längswand des Fadens herumlaufen, die von Protoplasma überzogen ist (Fig. 3, a). Diese Ringleiste rückt vor gegen die Achse der Zelle, ganz wie bei der Scheidewandbildung von *Spirogyra*, bis sie zu einer vollständig durchgehenden Platte wird (Fig. 3, b). Man kann schon bei lebenden Fäden diese Theilung verfolgen; noch besser gelingt es bei mit Hämatoxylin stark gefärbten Präparaten.

---

Am Schlusse dieser Mittheilung kann ich es mir nicht versagen, Herrn Professor Dr. BENECKE für die mannigfachen Rathschläge, die er mir bei diesen Untersuchungen zu Theil werden liess, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

---

### Erklärung der Abbildungen.

(Alle Figuren sind bei 1500facher Vergrösserung gezeichnet).

Fig. 1. Optischer Längsschnitt der Spitze eines lebenden Fadens von *Beggiatoa mirabilis* mit einer Endzelle und einer Gliederzelle. Im Protoplasma liegen zahlreiche Schwefelkörner.

„ 2. Optischer Längsschnitt zweier lebenden Zellen mit verhältnissmässig wenig Schwefelkörnern.

„ 3. Optischer Längsschnitt aus einem in lebhafter Zelltheilung begriffenen Faden, nach Fixirung durch FLEMMING'sche Lösung mit HEIDENHAIN'schem Hämatoxylin behandelt. Bei *a* die Theilung noch unvollendet, bei *b* vollendet.

„ 4. Mikrotomlängsschnitt, mit FLEMMING'scher Lösung fixirt und mit Hämatoxylin gefärbt. Die Chromatinkörner treten als schwarze Punkte hervor, ausserdem sind die Höhlungen der aufgelösten Schwefelkörner sichtbar.

„ 5. Mikrotomquerschnitt, fixirt in MERKEL'scher Lösung und mit Hämatoxylin gefärbt. Die Chromatinkörner treten als schwarze Punkte hervor.

Fig. 6. Optischer Längsschnitt zweier Zellen eines lebend in Jodlösung gebrachten Fadens. Die Amylinkörner sind schwarz und unterscheiden sich daher leicht von den grösseren Schwefelkörnern.

„ 7. Derselbe Schnitt wie in Fig. 5 vor der Färbung. Fixirt nach Merkel. Präparirt in Jodjodkali und darin beobachtet. Amylinkörner.

## 45. F. W. T. Hunger: Ueber die reducirenden Körper der Oxydase- und Peroxydasereaction.

Eingegangen am 15. Juni 1901.

Vielfach passirt es, dass die Oxydase- oder Peroxydasereaction unterbleibt, das geschieht dann nicht immer, weil das Untersuchungsmaterial keine oxydirenden Enzyme enthält, sondern durch die Anwesenheit bestimmter anderer Stoffe, welche die Guajakreaction, auch mit $H_2O_2$, verhindern.

Solche Stoffe bestreiten die Uebertragung des Sauerstoffes entweder direct aus der Luft oder nach der Zerlegung des $H_2O_2$ an die Guajaconsäure, wodurch die Blaufärbung unterbleibt, weil das Guajakblau ein Oxydationsproduct der Guajaconsäure darstellt.

Die Folge der misslungenen Reaction ist dann oft, dass man auf ein Fehlen der oxydirenden Fermente schliesst, trotzdem dieselben in Wirklichkeit vorhanden sind.

Die Störung der Reaction durch solche beigemischten Stoffe findet statt, weil sie den Sauerstoff für ihre eigene Oxydation anziehen.

Unter den Stoffen, welche den oxydirenden Fermenten stark entgegenarbeiten, muss ich allererst die Gerbstoffe erwähnen.

Abgesehen von den durch RACIBORSKI[1]) angeführten Einwänden gegen die Auffassung, nach der die Guajak-Wasserstoffsuperoxydreaction als eine Diastasereaction zu betrachten wäre, kam GRÜSS schon früher betreffend die diastatischen Fermenten zu demselben Schluss. Nach ihm wird sowohl die hydrolytische als die katalytische Wirkung der Diastase durch die Anwesenheit von Gerbstoffen sehr stark beeinträchtigt.

In Bezug hierauf sagt er:

„Sind in einer Zelle Gerbstoffe und Fermente vorhanden, so tritt bei Anwesenheit der Guajak-Wasserstoffsuperoxydreaction entweder keine Bläuung oder eine solche nur in geringem Masse ein.

1) Raciborski, Ein Inhaltskörper des Leptoms. Berichte der deutsch. Botan. Gesellschaft 1898, Bd. 16, S. 56.

Die Farbe ist dann kein reines Blau, sondern mehr Blaugrün und schwindet auch allmählig.“ [1])

MOHR [2]) fand auch, dass von einem wässerigen Extract frischer Tabaksblätter die Guajak- und Guajak-Wasserstoffsuperoxydreaction merkbar resistenter war, wenn der anwesende Gerbstoff vorher durch Alkohol entfernt wurde.

Am Ende des vorigen Jahres erschien eine kurze Arbeit von ASO über: „A Physiological Function of Oxydase in Kaki-Fruit [3])“, worin ASO sich auf die folgende Weise äussert:

„In order to test the unripe Kaki-fruit for the presence of oxydase, it was necessary to remove the tannin, since a large amount of it interferes with the blue guaiac reaction. The aqueous extract prepared at the ordinary temperature was therefore mixed with strong alcohol, whereby the oxidizing enzymes were precipitated, while tannin remained in the solution. The precipitate was then dissolved in a little water, which solution now gave a very intense blue color with guaiac tincture.“ [4]) Ferner auf S. 180: „The peroxydase test with guaiac and hydrogen - peroxyde succeeded directly with the aqueous extract of a ripened fruit.“

Es würde mich wundern, wenn hier kein Druckfehler vorläge und ASO statt des letzten „ripened“ nicht „unripened“ gemeint hätte.

RACIBORSKI [5]) hat im Korkgewebe keiner Pflanze Leptomin nachweisen können; würde das vielleicht auch bedingt sein durch den oft dort localisirten Gerbstoff?

Einige Versuche mit Blättern einer *Acalypha*-Species zeigten mir, dass ein wässeriges Extract derselben keine Spur einer Guajak-Wasserstoffsuperoxydreaction gab. Es zeigte sich dann, dass die Blätter sehr reich an Gerbstoff waren und zwar hier an eisenbläuendem.

Nachdem der anwesende Gerbstoff mit 80 %igem Alkohol entfernt war, gelang die Peroxydasereaction prachtvoll.

In Folge meiner eigenen Untersuchungen über die Oxydasen in der Cocosmilch [6]) und im Zuckerrohr [7]) habe ich mich davon überzeugt, dass es auch noch andere Stoffe giebt, welche, wie die Gerbstoffe, die Reaction oxydirender Enzyme verhindern.

---

1) GRÜSS, Beiträge zur Physiologie der Keimung. Landwirthsch. Jahrbücher 1896, Bd. 25, S. 390.

2) Verslag 's Lands Platentuin to Buitenzorg over 1899, pag. 83.

3) The Botanical Magazine. Tokyo. 1890, Vol. XIV, Nr. 166.

4) l. c. pag. 179.

5) l. c. pag. 60.

6) HUNGER, Ueber die Oxydasen und Peroxydasen in der Cocosmilch. Bulletin de l'Institut botanique de Buitenzorg, 1901, Nr. VIII.

7) HUNGER, Het optreden der oxydasereactie in verband met de localisatie der glycose in het suikerriet. Archief voor de Java-Suikerindustrie, 1901.

Der Zucker, welcher in der inneren Flüssigkeit reifer Cocosfrüchte gelöst ist, wirkt z. B. reducirend auf die dort anwesenden Oxydasen.

Der Einfluss ist hier sehr stark; die Cocosmilch aus jungen Früchten giebt mit einer alkoholischen Guajakharzlösung nicht die geringste Spur einer Blaufärbung; bei ganz reifen, frischen Früchten, wo schon ein Theil des Zuckers in Cocosöl bezw. Fett umgewandelt ist, giebt die Milch bisweilen eine undeutliche und bald verschwindende Guajakreaction.

Gerade die enorm schwache und höchst labile Andeutung einer Oxydasereaction brachte mich auf den Gedanken, ob hier vielleicht stets Oxydasen anwesend wären, aber durch reducirende Stoffe verdeckt.

Es hat sich herausgestellt, dass jene Auffassung richtig ist und dass die Ursache der Reduction dem Zucker zukommt. Nach den neuesten Analysen von VAN ROMBURGH[1]) enthält die Milch aus reifen, frischen Früchten 1 pCt. Zucker; welche Sorte von Zucker, das ist noch unbekannt, aber sicher keine Saccharose.

Mit Alkohol von 95 pCt. schlägt man die oxydirenden Enzyme der Cocosmilch nieder; was beim Abfiltriren auf dem Filter zurückbleibt, giebt in Wasser gelöst mit Guajaktinctur eine intensive Blaufärbung; das alkoholische Filtrat abgedampft und in Wasser aufgenommen zeigt mit FEHLING'scher Flüssigkeit eine starke Reduction. Hiermit stellte sich heraus, dass der reducirende Zucker ein Aldehyd vorstellt.

Fügt man der zuckerfreien wässerigen Lösung des Niederschlages künstliche Glycose zu, dann unterbleibt die Guajakreaction ebenfalls. Untersucht man die Milch von sehr alten, ungekeimten, aber nicht lange Zeit aufbewahrten Cocosfrüchten, dann kann man in der inneren Flüssigkeit keine Spur Zucker nachweisen; alles ist in Fett umgewandelt, um bei der Keimung wieder in Zucker übergeführt zu werden.

Dies natürliche, zuckerfreie Product giebt nun auch direct eine sehr intensive Oxydasereaction.

Den reducirenden Einfluss der Glycose in der lebenden Pflanze habe ich deutlich für die Zuckerrohroxydasen[2]) nachgewiesen. Diejenigen Stellen des Zuckerrohres, wo RACIBORSKI[3]) die Guajakreaction am stärksten fand — d. h. in Vegetationsspitzen, in den Augen und Wurzelspitzen — sind ganz genau dieselben Stellen,

---

1) Verslag 's Lands Plantentuin te Buitenzorg over 1899, pag. 55.

2) HUNGER, Het optreden der Oxydasereactie in verband met de localisatie der glycose in het suikerriet. Archief voor de Java-suikerindustrie, 1901.

3) RACIBORSKI, Ein Inhaltskörper des Leptoms. Berichte der Deutschen Botan. Gesellschaft 1898, Bd. XVI, S. 53.

welche durch WENT[1]) speciell als vollkommen glycosefrei angegeben wurden, so dass eine Correlation zwischen dem Auftreten der Oxydasereaction und der Localisation der Glycose hier nicht zweifelhaft ist.[2])

Weitere Reductionsmittel kann man den Oxydasen künstlich verschaffen durch die Beimischung von Schwefelwasserstoff, Cyanwasserstoff, Pyrogallolsäure, Haematoxylin und Brasilin. Schwache Säure beeinträchtigt die Oxydasereaction auch; nach Neutralisation erfolgt die Blaufärbung mit Guajaktinctur wieder.

Buitenzorg, Mai 1901.

---

## 46. E. Zacharias: Beiträge zur Kenntniss der Sexualzellen.

Mit 5 Holzschnitten.

Eingegangen am 20. Juni 1901.

In der Botanischen Zeitung habe ich vor Kurzem eine Zusammenstellung der neueren Arbeiten über die Spermatozoen der Pflanzen mitgetheilt[3]). Die ältere Litteratur, insoweit sie nicht schon von SCHACHT[4]) behandelt worden war, ist in meiner Arbeit über die Spermatozoiden[5]) berücksichtigt worden.

Allgemein hat die chemische und entwickelungsgeschichtliche Untersuchung der Spermatozoen von bestimmten Pflanzen und Thieren eine weitgehende Uebereinstimmung in dem Verhalten bestimmter Formbestandtheile klargelegt. Cilien und Schraubenbänder der pflanzlichen Spermatozoen entsprechen den Schwänzen und Köpfen der thierischen. Schraubenbänder und Köpfe sind in chemischer Hinsicht namentlich durch ihren Gehalt an Nucleïn[6]) ausgezeichnet, welcher den Cilien und Schwänzen fehlt.

---

1) WENT, Onderzoekingen omtrent de chemische physiologie van het suikerriet. Archief voor de Java-suikerindustrie 1896, Deel IV. 1. helft, pag. 525—608.

2) Ich will nicht vergessen zu erwähnen, dass GRÜSS in 1895, bloss hypothetisch, eine Theorie aufstellte, wonach ein hoher Dextrosegehalt die hydrolytische Kraft der Diastase unwirksam macht. Berichte der Deutschen Botan. Gesellschaft 1895, Bd XIII, S. 12.

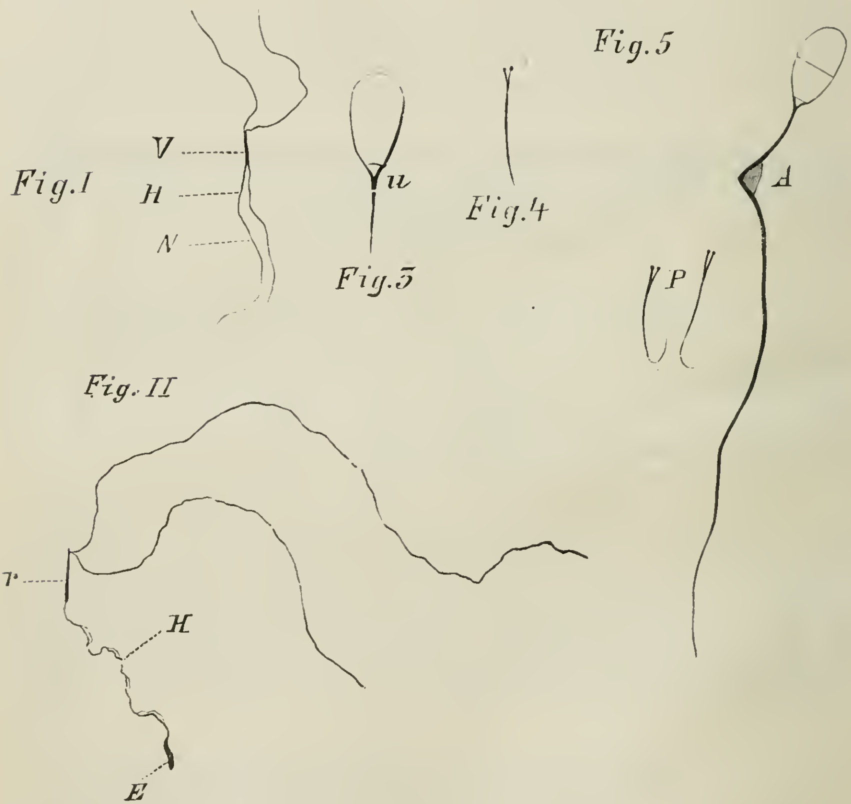
3) F. ZACHARIAS, Ergebnisse der neueren Untersuchungen über die Spermatozoen. Bot. Ztg. 1899, II, Nr. 1.

4) SCHACHT, Die Spermatozoiden des Pflanzenreichs. 1864.

5) F. ZACHARIAS, Ueber die Spermatozoiden. Bot. Ztg. 1881.

6) Das Wort „Nucleïn" wird hier in demselben Sinne verwendet, wie in meiner Abhandlung über die chemische Beschaffenheit von Cytoplasma und Zellkern. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1893. Diejenigen Theile der Spermatozoen werden in der vorliegenden Abhandlung als nucleïn- oder kernnucleïnhaltig bezeichnet, deren Reactionen (insoweit sie festgestellt worden sind) die Eigenschaften zeigen, welche ich l. c. und a. a. O. als charakteristisch für das „Nucleïn" angeführt habe.

Durch die Verwendung einer Glaubersalzlösung (10 *g* Glaubersalz „pro analysi" von MERCK und 1 *g* Eisessig auf 100 *g* Wasser), welcher etwas Fuchsin S. zugesetzt worden war, ist es mir neuerdings gelungen, die nucleïnhaltigen Theile der Spermatozoen scharf von den nucleïnfreien zu sondern und das mikrochemische Verhalten von Köpfen und Schraubenbändern im Gegensatz zu den Schwänzen und Cilien bestimmter pflanzlicher und thierischer Spermatozoen übersichtlich zu demonstriren.




Die Wirkung einer Glaubersalzlösung von der angegebenen Zusammensetzung, welche aber anstatt des Fuchsin S. Methylgrün enthielt, auf die Spermatozoen des Lachses ist bereits früher von mir geschildert worden[1]). Die nucleïnhaltigen Köpfe verquollen, während Schwänze und Mittelstücke scharf hervortraten, ohne sich zu färben. Durch eine Fuchsin S.-haltige Lösung lässt sich eine gute Färbung der letzteren Theile erzielen. Nach längerer Einwirkung dieser Lösung

1) E. ZACHARIAS, Ueber Nachweis und Vorkommen von Nucleïn. Ber. der Deutsch. Bot. Gesellsch. 1898, S. 194.

auf Alkoholmaterial bleiben äusserst zarte Gebilde als Reste der übrigens verquollenen Köpfe zurück, welche möglicher Weise einer sehr zarten Hüllhaut entsprechen.

Sperma von *Triton taeniatus* (Alkoholmaterial) zeigte nach der Einwirkung von Glaubersalz-Fuchsin S.-Lösung sehr scharf contourirte, durchaus ungequollene Schwänze, Kopfspitzen und Mittelstücke (letztere waren besonders intensiv gefärbt). Der Kopf war gequollen und sehr schwach gefärbt, man erhielt den Eindruck, als sei er von einer sehr zarten, stärker gefärbten Hülle umgeben[1]). Möglicherweise war das nucleïnhaltige Innere des Kopfes gar nicht gefärbt, der Eindruck einer schwachen Färbung desselben nur durch das Vorhandensein einer zarten gefärbten Hüllhaut bedingt. Entsprechende Beobachtungen hinsichtlich der Einwirkung von Glaubersalzlösung auf die Spermatozoen von *Salamandra maculosa* sind vor Kurzem von NEUMANN[2]) mitgetheilt worden. — Von pflanzlichen Spermatozoen behandelte ich zunächst diejenigen von *Nitella* mit der fuchsinhaltigen Glaubersalzlösung: Die Cilien, das Vorderende (Fig. 1, 2) des Schraubenbandes lebend in die Lösung eingetragener Spermatozoen, sowie das Hinterende (*E* Fig. 2) des Schraubenbandes blieben ungequollen und färbten sich, besonders intensiv das nach rückwärts scharf abgesetzte Vorderende. Der nucleïnhaltige mittlere Theil des Schraubenbandes (*N* Fig. 1) quoll stark an, ohne sich zu färben, während eine feine, nicht quellende, gefärbte Hüllhaut (*H* Fig. 1) kenntlich wurde. Der quellende Theil des Schraubenbandes schien schliesslich gelöst zu werden, die Hüllhaut sank indessen faltig zusammen (Fig. 2).

Die Spermatozoen von *Chara* verhielten sich wie diejenigen von *Nitella*.

Bei *Ceratopteris thalictroides* quoll der innere, nucleïnhaltige Theil des Schraubenbandes[3]) lebender Spermatozoen, ohne sich zu färben

---

1) Vergl. E. ZACHARIAS, Ueber die Spermatozoiden, l. c. S. 833, 834. Ueber Chromatophilie. (Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1893). — AUERBACH, Spermatologische Mittheilungen (Jahresbericht der schlesischen Gesellsch. für vaterländische Cultur. Sitzung vom 1. März 1894).

2) E. NEUMANN, Eine Notiz über Trockenpräparate von Spermatozoen. VIRCHOW's Archiv für pathol. Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Bd. 159, Heft 1, 9. Juni 1900.

3) Vergl. E. ZACHARIAS, Ueber den Nucleolus. Bot. Ztg. 1885, S. 290, Anm. 1; Beiträge zur Kenntniss des Zellkerns und der Sexualzellen. Bot. Ztg. 1887, S. 354. Da die Kenntniss des Verhaltens der Spermatozoen gegen die concentrirte Salzsäure für die Beurtheilung ihrer chemischen Beschaffenheit von Wichtigkeit ist, mag hier das Folgende meinen früheren Mittheilungen hinzugefügt werden: Lebende Spermatozoen von *Pteris* gelangten zunächst in 0,28 procentige Salzsäure. Die Cilien verquollen, während vom Schraubenbande ein glänzendes Band von sehr geringer Dicke sichtbar blieb. Auf Zusatz concentrirterer Salzsäure (1 Vol. HCl pur., spec

(er schien gelöst zu werden), während eine sehr scharf begrenzte, schliesslich intensiv gefärbte Hülle in die Erscheinung trat. Die Cilien quollen nicht und färbten sich gut. Lebende Spermatozoen von *Pellia epiphylla* zeigten starke Quellung des Schraubenbandes, während die Cilien durchaus ungequollen erhalten blieben und gefärbt wurden. Bei *Polytrichum* färbten sich die Cilien lebender Spermatozoen und blieben in ihrer Gestaltung vortrefflich erhalten. Im Schraubenbande schien sich ein ungefärbter centraler Theil von einer gefärbten Hülle zu sondern, doch ist das Object zu klein, um eine sichere Feststellung der Thatsachen zu gestatten[1]). Dasselbe gilt von den Schraubenbändern bei *Marchantia polymorpha*[2]). Auch hier färbten sich die Cilien gut und blieben unverändert erhalten.

Ebenso wie die Cilien der Spermatozoen blieben auch diejenigen von *Volvox aureus* nebst den Plasmaverbindungen vortrefflich in der Glaubersalz-Fuchsin S.-Lösung erhalten und färbten sich schliesslich intensiv. Sehr gut wurden auch die Pyrenoide fixirt und gefärbt.

*Mesocarpus*- und *Spirogyra*-Fäden, welche lebend in die Lösung gelangt waren, zeigten nach einiger Zeit die Pyrenoide intensiv ge-

---

Gew. 1,19 von Merck + 1 Vol. Wasser) verblasste das glänzende Band langsam, die Cilien traten wieder scharf hervor, und nach 24stündiger Einwirkung der Säure blieb von dem gesammten Schraubenbande des Spermatozoon ein sehr zarter, geschrumpfter, nicht gequollen aussehender Rest zurück, der bei dem Auswaschen mit 0,28 procentiger Salzsäure etwas verblasste. In ihm glaube ich die Hülle des durch die concentrirte Salzsäure zerstörten glänzenden Bandes erkannt zu haben. (Vergl. Strasburger, Histol. Beitr. IV, 1892, S. 119). Die längere Einwirkung der concentrirteren Salzsäure erfolgte auf dem Objectträger unter Deckglas. Um eine Concentrationsänderung der Säure möglichst zu verhüten, wurde der Objectträger in eine kleine Glasdose eingeschlossen, deren Verschluss durch Knochenöl gedichtet wurde.

An Spermatozoen, welche mit verdünnter Salzsäure vorbehandelt worden waren, färbte sich auf Zusatz von Methylenblau-Fuchsin S. [Gemisch von Lösungen der Farbstoffe zu gleichen Theilen. Die Lösungen wurden durch Eintragen von 0,25 *g* Farbstoff in 250 *ccm* destillirten Wassers hergestellt]. (Vergl. E Zacharias, Ueber die Cyanophyceen. Sep.-Abd. aus Bd. XVI der Abh. aus dem Gebiete d. Naturw. Herausgeg. vom Naturw. Verein, Hamburg 1900, S. 45, 46), das glänzende Band blau, die stark verwirrte Cilienmasse wurde roth. Letztere verdeckte das Verhalten der Hülle. Nach Thom (The process of fertilization in *Aspidium* and *Adiantum* Transact. Acad. of Science of St. Louis, IX, 1899) soll das Chromatinband einen centralen Körper von abweichendem Verhalten gegen Farbstoffe umschliessen. Thom verweist auf ähnliche, allerdings recht sonderbare Angaben von Franze (Bot. Centralblatt, Bd. LIII, 1893) in Betreff der Spermatozoiden von *Chara*.

1) An Spermatozoen, welche in Alkohol aufbewahrt worden waren, erschien nach Einwirkung von 0,28 procentiger Salzsäure das Schraubenband als ungemein dünnes, glänzendes Gebilde.

2) Die Einwirkung von 0,28 procentiger Salzsäure auf lebende Spermatozoen von *Marchantia polymorpha* entsprach der früher (Ueber die Spermatozoiden l. c.) von mir geschilderten Wirkung von Pepsinlösung auf die Spermatozoen von *Fegatella conica*. Nach ruckweiser Quellung restirte ein kleines glänzendes, vielfach stabförmiges Körperchen, welchem die gequollenen Cilien ansassen.

färbt und anscheinend nicht gequollen, während die Chloroplasten bräunliche Färbung angenommen hatten.

Wie für verschiedene Fälle festgestellt wurde, quollen auch die Nucleolen (z. B. der lebenden Prothallien von *Ceratopteris thalictroides*) nicht in der Glaubersalzlösung und färbten sich intensiv.

Besonderes Interesse haben in neuerer Zeit die von BELAJEFF[1]) u. A. beschriebenen Cilien tragenden Organe (Blepharoplasten) der pflanzlichen Spermatozoen erregt, welche von BELAJEFF den Mittelstücken der thierischen Spermatozoen an die Seite gestellt werden. Die Bezeichnung „Mittelstück" ist jedoch auf Gebilde von sehr verschiedenartigem Ursprung angewendet worden, welche nur das gemeinsam haben, dass sie hinter dem aus dem Kern der Mutterzelle hervorgegangenen Theile des Spermatozoons liegen[2]). Für bestimmte Mittelstücke oder Theile von solchen ist der Nachweis erbracht worden, dass sie aus Centrosomen hervorgehen. Nur in so weit das Mittelstück thierischer Spermatozoen sich von Centrosomen ableiten lässt, ist es den pflanzlichen Blepharoplasten nach Massgabe unserer heutigen Kenntnisse an die Seite zu stellen[3]).

Der Annahme, dass nicht nur morphologische Beziehungen zwischen diesen Mittelstücken und den Blepharoplasten bestehen, sondern dass auch die chemische Beschaffenheit beider in bestimmten Fällen gleich sei, stehen die namentlich für die Blepharoplasten allerdings recht dürftigen Resultate der mikrochemischen Untersuchung nicht entgegen.

Für die mikrochemische Untersuchung bilden die grossen Mittelstücke von *Triton* und *Salamandra* besonders geeignete Objecte.

Für *Salamandra* hat MEVES[4]) festgestellt, dass derjenige Theil der Spermatozoen, welchen man als Mittelstück bezeichnet, ganz aus Centralkörpersubstanz gebildet wird.

Das Mittelstück der Spermatozoen von *Triton taeniatus*[5]) bleibt in

---

1) Vergl. E. ZACHARIAS, Ergebnisse etc. l. c. — Ferner: BELAJEFF, Ueber die Centrosomen in den spermatogenen Zellen. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1899. — MEVES und KORFF, Zur Kenntniss der Zelltheilung bei Myriapoden. Arch. für mikr. Anat., Bd. 57, 1901.

2) WILSON, The Cell in development and in heritance. Second Edition. New-York 1900, pag. 170—175.

3) Eine Erörterung der einschlägigen Ausführungen STRASBURGER's (Ueber Reductionstheilung etc. im Pflanzenreich. 1900) soll später a. a. O. erfolgen.

4) MEVES, Ueber Structur und Histogenese der Samenfäden von *Salamandra maculosa*. Arch. für mikr. Anat. 50. 1897.

5) Nähere Angaben über die mitgetheilten Reactionen von Triton, Salamandra und Rana finden sich bei E. ZACHARIAS, Ueber die Spermatozoiden l. c., Ueber Nachweis und Vorkommen von Nuclein (Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1898, Heft 7), Ueber die Cyanophyceen (S.-A. aus Bd. XVI der Abhandl., herausgeg. vom naturw. Verein, Hamburg, S. 45). E. NEUMANN l. c.

reiner Salzsäure erhalten, von 0,28 pCt. Salzsäure wird es nicht gelöst, in Essigsäure schwillt es etwas an, in künstlichem Magensaft wird es bis auf eine feine äussere Hülle gelöst. Die mehrfach genannte Glaubersalz-Fuchsin S.-Lösung färbt das Mittelstück intensiv, ohne eine Quellung desselben zu veranlassen.

Eine Mischung von Methylenblau und Fuchsin S. färbt bei vorher mit 0,2 pCt. Salzsäure behandelten Spermatozoen die Köpfe rein himmelblau, die übrigen Formbestandtheile roth und zwar das Mittelstück besonders intensiv.

Bei *Triton cristatus* wird das Mittelstück durch künstlichen Magensaft bis auf eine zarte Hülle gelöst.

Bei *Salamandra maculata* färben sich in Alauncarmin nur die Köpfe, nicht Mittelstück und Schwanz. In $^1/_2$—5 pCt. Kochsalzlösung bleibt das Mittelstück erhalten. Auch bei *Rana temporaria* quillt es in Kochsalzlösung nicht (Neumann). Wie Kochsalzlösung wirken nach Neumann auf die Spermatozoen von *Salamandra maculata* und *Rana temporaria* auch Lösungen von Natron sulphuricum, Magnesia sulphurica, Borax, Natron bicarbonicum, Jodkalium.

Ueber das Mittelstück der Spermatozoen des Lachses[1]) fehlt es, insoweit ich das habe ermitteln können, an entwickelungsgeschichtlichen Angaben. Von künstlichem Magensaft wird es gelöst, in concentrirterer Salzsäure (1 Vol. 40 pCt. Salzsäure, spec. Gew. 1,09 auf 1 Vol. Wasser) bleibt es erhalten, desgl. in 10 pCt. Kochsalzlösung und auf Zusatz einer Methylgrün- oder Fuchsin S.-Lösung, welche auf 100 *g* Wasser 10 *g* Glaubersalz und 1 *g* reine concentrirte Essigsäure enthält.

Die aus Centrosomen hervorgehenden, dem Mittelstücke bei *Salamandra* entsprechenden Knöpfchen der Säugethierspermatozoen[2]) sind der mikrochemischen Untersuchung wegen ihrer geringen Grösse schwer zugänglich. Für das Meerschweinchen konnte ich ermitteln, dass die drei dem Spermatozoenkopf anliegenden Knöpfchen der Fig. 50, Taf. XXI von Meves nach der Behandlung frischen Materials mit der Fuchsin S.-haltigen Glaubersalzlösung in einzelnen Fällen gut gefärbt zu erkennen waren. Nach der Behandlung frischen Materials mit 0,28 procentiger Salzsäure traten die Knöpfchen in einem Falle auf Zusatz einer Mischung von Methylenblau und Fuchsin S. in rother Färbung sehr deutlich hervor.

---

1) F. Miescher, Die Spermatozoen einiger Wirbelthiere (S.-A. aus den Verhandl. der naturf. Gesellsch. in Basel, VI, Heft 1, 1874, S. 3, 13). — E. Zacharias, Ueber einige mikrochemische Untersuchungsmethoden (Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1896). Ueber Nachweis und Vorkommen von Nucleïn (Ebenda 1898). Ueber die Cyanophyceen l. c.

2) Fr. Meves, Ueber Structur- und Histogenese der Samenfäden des Meerschweinchens. Arch. für mikr. Anat., Bd. 54, 1899.

An den Spermatozoen des Schweines (Alkoholmaterial) konnte ich in einzelnen Fällen nach Zusatz der Fuchsin S.-haltigen Glaubersalzlösung Knöpfchen erkennen, beim Stiersperma (Alkoholmaterial) gelang dies nicht.

Sperma vom Stier und Schwein enthielt nach der Einwirkung von künstlichem Magensaft vielfach von den Köpfen getrennte Residua der Schwänze (Fig. 4, 5). Diese zeigten dann (nach Färbung mit Glaubersalz-Fuchsin S.) an demjenigen Ende, welches dem Kopfe angesessen hatte, eine Gabelung. Jeder Gabelast endete mit einer minimalen Verdickung. Ob diese Verdickungen den Knöpfchen entsprachen, welche vor der Magensaftwirkung erkannt werden konnten, oder etwa nur einer Hülle dieser Knöpfchen, liess sich nicht entscheiden. Ferner erscheint es unter Berücksichtigung der Untersuchungen SCHOENFELD's[1]) zweifelhaft, ob die von mir beim Stier und Schwein beobachteten Knöpfchen centrosomalen Ursprungs sind.

Auch die mikrochemische Untersuchung der pflanzlichen Blepharoplasten wird durch die geringe Grösse dieser Körper wesentlich behindert. Nur für *Nitella* und *Chara* ist hier einiges ermittelt worden.

Nach BELAJEFF[2]) stellt der Blepharoplast von Characeen ein fadenförmiges Gebilde dar, welches in dem Vorderende des Spermatozoenbandes liegt und nach den Abbildungen BELAJEFF's[3]) zu schliessen, die Hauptmasse dieses Vorderendes bildet. Wie BELAJEFF mittheilt, werden durch künstlichen Magensaft die Cilien gelöst, während das Vorderende des Schraubenbandes feinkörnige Beschaffenheit annimmt; dass es dabei eine Einbusse an Substanz erleidet, welche auf eine Herauslösung des Blepharoplastenfadens zurückzuführen ist, scheint aus Fig. 40 (l. c.) hervorzugehen.

Ich habe seiner Zeit[4]) das „zarte, substanzarme Residuum", welches nach der Behandlung der Spermatozoen mit künstlichem Magensaft am Vorderende des nucleïnhaltigen, glänzenden und scharf contourirten Theiles des Schraubenbandes zurückbleibt, für einen Cilienrest gehalten.

Concentrirte, rauchende Salzsäure, welche auf Spermatozoen nach ihrer Fixirung durch Osmiumsäure-Dämpfe oder absoluten Alkohol einwirkt, verändert nach STRASBURGER[5]) auch nach längerer

---

1) SCHOENFELD, La spermatogénèse chez le taureau (Bibliographie anatomique. Fasc. 2. 1900).

2) BELAJEFF, Ueber die Spermatogenese bei den Schachtelhalmen (Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1897), Ueber die Aehnlichkeit einiger Erscheinungen in der Spermatogenese der Thiere und Pflanzen (Ebenda).

3) BELAJEFF, Ueber Bau und Entwickelung der Spermatozoen der Pflanzen (Flora, Ergänzungsband. 1894).

4) E. ZACHARIAS, Ueber die Spermatozoiden l. c.

5) STRASBURGER, Histologische Beiträge IV, S, 113.

Zeit den vorderen Abschnitt der Spermatozoen meist garnicht. In Jodjodkalium bleiben die vorderen Abschnitte sammt Cilien nach STRASBURGER völlig unverändert, während die hinteren Abschnitte sowie die den Zellkern führenden mittleren Theile verquollen und körnig erscheinen.

Das Verhalten des Vorderendes der Spermatozoen von *Nitella* und *Chara* gegen eine Glaubersalzlösung von bestimmter Zusammensetzung ist bereits geschildert worden.

Aus den angeführten Reactionen ergiebt sich, dass die Blepharoplasten von Characeen ebenso wie die Mittelstücke von Triton und Lachs kein Nucleïn enthalten. Auch Plastin scheint den Blepharoplasten zu fehlen, wie das für die Mittelstücke von Triton und Lachs feststeht, wenn man die zarte, in künstlichem Magensaft unlösliche Hülle bei Triton der Substanz des Mittelstückes nicht hinzurechnet. Mittelstücke und Blepharoplasten der genannten Organismen dürften wesentlich aus in Magensaft löslichen Eiweissstoffen bestehen. Die Reactionen, welche für die „Knöpfchen" beim Meerschweinchen festgestellt werden konnten, lassen die Möglichkeit offen, dass diese Gebilde in ihrer chemischen Beschaffenheit dem Mittelstücke von Triton und Lachs entsprechen.

Der aus dem Kern hervorgegangene Theil der genauer untersuchten Säugethierspermatozoen verhält sich anders als der gleiche Antheil der Spermatozoen von Triton, Salamandra, Lachs[1]), Characeen, Farnen und Moosen. Dies zeigt in den besser bekannten Fällen schon das morphologische Verhalten der chromatischen Kernbestandtheile während der Ausbildung des Kopfes oder Schraubenbandes.

Bei Salamandra wandelt sich nach den von MEVES[2]) bestätigten Beobachtungen FLEMMING's nur der chromatische Theil des Spermatidenkernes in den Kopf um. Während dieser seine definitive Gestalt erreicht, verdichtet sich das chromatische Fadengerüst mehr und mehr unter Ausscheidung von Kernsaft, bis der „ganze Kopf vollständig compact" wird. Ebenso wird bei Farnen das Kerngerüst des Spermakernes während der Ausgestaltung des Schraubenbandes immer engmaschiger, schliesslich gewinnt das Band ein homogenes Aussehen[3]). Beim Meerschweinchen hingegen „durchsetzt das Chromatin den ganzen Binnenraum des Spermakernes in Form eines Ge-

---

1) Ich halte die Annahme für zulässig, dass die „Kopfhüllen" MIESCHER's den Kernantheil der Lachsspermatozoen darstellen.

2) F. MEVES, Ueber Structur und Histogenese der Samenfäden von *Salamandra maculosa*. Arch. für mikr. Anat. Bd. 50. 1897, S. 121. Ueber die Samenfäden des Meerschweinchen l. c. S. 362.

3) CARNOY, Biologie cellulaire. 1884, S. 226. E. ZACHARIAS, Beiträge zur Kenntn. des Zellkernes und der Sexualzellen. Bot. Ztg. 1887. S. A. S. 20. Vergl. auch GILSON, Spermatogénèse des Arthropodes. La Cellule IV, 1887, pag. 48. D. a.

rüstwerkes, dessen Balken (während der Ausbildung des Spermatozoenkopfes) feiner und feiner werden; schliesslich nimmt der Kern ein homogenes Aussehen an.“ (MEVES, l. c. S. 362.) Betrachtet man die Abbildungen von MEVES (Taf. XX), so erhält man den Eindruck einer allmählichen Auflösung, eines Verschwindens des chromatischen Kerngerüstes. Möglicherweise spielen sich bei der Entwickelung der Spermatozoen von *Ginkgo* und Cycadeen ähnliche Vorgänge ab. Wenigstens scheinen mir die Abbildungen von HIRASE[1]) und IKENO[2]) einige Anhaltspunkte für eine derartige Vermuthung darzubieten.

In chemischer Hinsicht schliessen sich die aus dem Kern hervorgehenden Theile der Spermatozoen von Salamandra, Triton, Farnen, Moosen, Characeen, wie ich mehrfach gezeigt habe[3]), an die von MIESCHER makrochemisch untersuchten sogenannten „Hüllen“ der Spermatozoenköpfe des Lachses an, insofern erstere zu einem wesentlichen Theil ihrer Masse aus Substanzen bestehen, welche (soweit untersucht) die Reactionen dieser „Kopfhüllen“ zeigen. Makrochemische Untersuchungen von MATTHEWS[4]) haben ergeben, dass die von MIESCHER in den Spermatozoenköpfen des Lachses nachgewiesene Nucleïnsäure auch im Sperma des Seeigels (Arbacia) und Herings vorkommt. Das Chromatin der Spermatozoenköpfe von Arbacia besteht nach MATTHEWS „wahrscheinlich wenigstens theilweise, aus einer Verbindung der Nucleïnsäure mit Arbacin, das Chromatin des Spermatozoenkopfes des Herings aus einem nucleïnsauren Protamin.“ Dieses Protamin ist indessen verschieden von dem Protamin, an welches die Nucleïnsäure in den Lachsspermatozoen gebunden ist[5]).

Die gegenwärtig bekannten Untersuchungsergebnisse sind mit der Annahme vereinbar, dass dem mikrochemischen Verhalten der makrochemisch nicht untersuchten Kernantheile der Spermatozoen von Characeen, Farnen, Moosen, Salamandra und Triton ein Gehalt an Nucleïnsäure zu Grunde liegt.

Dass der Kernantheil der Säugethierspermatozoen in seinen Reactionen von demjenigen der vorstehend genannten Spermatozoen

---

1) HIRASÉ, Études sur la fécondation et l'embryogénie du *Ginkgo biloba*. Journal of the college of science imp. Univ. Tokyo. Vol. XII, Bd. II. 1898.

2) IKENO, Untersuchungen über die Entw. der Geschlechtsorgane und den Vorgang der Befruchtung bei *Cycas revoluta*. Pringsh. Jahrb. XXXII, 1898.

3) Vergl. auch CARNOY, Biologie cellulaire 1884, pag. 225.

4) MATTHEWS, Zur Chemie der Spermatozoen. Zeitschr. für physiol. Chemie 1897.

5) KOSSEL, Ueber die einfachsten Eiweisskörper (Sitzungsberichte der Gesellsch. zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg, Nr. 5, Juli 1897) und a. a. O.

abweicht, kann schon aus den Angaben KÖLLIKER's[1]) erschlossen werden.

Salzsäure verändert in der Kälte nach KÖLLIKER die Samenfäden des Stieres nicht, auch „caustische Alkalien wirken in der Kälte fast nicht, mag man 1 pCt. oder 50 pCt. Lösungen anwenden. Bei erhöhter Temperatur lösen sich erst die Fäden und viel später die Köpfe, letztere jedoch selbst in 50 pCt. KO und NaO-Solutionen langsam.“ Dem entsprechend sagt MIESCHER[2]): „Die gewebsbildende Grundlage der Stier-Spermatozoen gehört bekanntlich zu den resistentesten Gewebssubstanzen. Die Schwänze erblassen noch in kalter Kalilauge und lösen sich langsam. Die Köpfe zergehen nur in warmen Lösungen fixer Alkalien.“

Durch die freundliche Beihülfe des Thierarztes Herrn Dr. BORGERT ist es mir neuerdings möglich geworden, das mikrochemische Verhalten der Spermatozoen von Stier, Eber und Widder zu prüfen.

Stiersperma gelangte zunächst frisch auf 24 Stunden in 0,28procentige Salzsäure und wurde darauf in dieser untersucht. Köpfe und Schwänze (erstere von der Fläche gesehen) erschienen gleichmässig blass und glanzlos; ebenso nach der Einwirkung der verdünnten Säure auf Alkoholmaterial. Gleichzeitig mit dem letzteren in die Säure eingelegtes Alkoholmaterial von Lachssperma zeigte das mehrfach beschriebene glänzende, scharf contourirte Aussehen der Kopfhüllen.

Auch MIESCHER hat Stiersperma in verdünnter Salzsäure (0,1 pCt.) untersucht und meint (l. c. p. 43), „es bleibe keine andere Deutung des Gesehenen übrig, als die Annahme einer stärker lichtbrechenden, ziemlich dicken Kopfhülle (der Kopfhülle des Lachses entsprechend). Diese ist mit der „Kopfkappe“ der neueren Autoren nicht zu verwechseln), welche eine platte, wahrscheinlich sehr dünne Einlage einer optisch und chemisch differenten Substanz umschliesst.“ Ich habe mich von dem Vorhandensein der Kopfhülle MIESCHER's beim Stier nicht überzeugen können. Allerdings erkannte ich am Kopfe einen „Saum“ (so wird a. a. O. von MIESCHER die Hülle bezeichnet), der sich in der Flächenansicht der Kopfscheibe in seinem Aussehen nur sehr wenig von dem übrigen Kopfe unterschied. Sieht man die Kopfscheibe in der Kantenansicht, oder in schräger Stellung, so scheint sie von einem glänzenden, sehr dünnen Reifen oder Rande umspannt zu sein. Ich halte es für möglich, dass das Bild dieses

---

1) Kölliker, Physiologische Studien über die Samenflüssigkeit (Zeitschr. für wissensch. Zoologie, 1856). Auch auf die chemischen Beziehungen der Spermatozoen zu den Zellkernen hat Koelliker (l. c., S. 260) bereits hingewiesen.

2) l. c.

Saumes oder Randes lediglich durch die äussere Gestaltung des scheibenförmigen Kopfes hervorgerufen wird.

Einem Präparat, welches Lachs- und Stiersperma (Alkoholmaterial) enthielt, wurde nach Einwirkung von 0,28 procentiger Salzsäure concentrirtere Salzsäure zugesetzt (1 Vol. HCl pur., spec. Gew. 1,19 von MERCK + 1 vol. Aq. dest.). Die Köpfe der Lachsspermatozoen verblassten und verschwanden nach einiger Zeit, während diejenigen des Stierspermas anscheinend nicht verändert wurden. Nach 24 Stunden waren Köpfe und Schwänze der Stierspermatozoen noch wohl erhalten.

Von den Lachsspermatozoen waren nur die Schwänze, und zwar scharf und deutlich zu erkennen. Auswaschen mit 0,28 procentiger Salzsäure verursachte eine Quellung der letzteren, von den Köpfen trat nichts wieder hervor. Auch reiner concentrirter Salzsäure widerstanden die Köpfe des Stiersperma. In zwei gesonderte Gefässe mit HCl pur, spec. Gew. 1,19 *g* von MERCK, gelangte aus Alkohol Sperma vom Lachs und Stier nach dem Abpressen des Alkohols zwischen Fliesspapier. Das Lachssperma färbte sich alsbald rein violett, während das Stiersperma zunächst farblos blieb, um dann eine bräunlich violette Färbung anzunehmen. Nach 24 stündigem Verweilen in der Säure bildete das Lachssperma eine gelatinöse Masse, in welcher keine geformten Theile zu erkennen waren, das Stiersperma hingegen hatte sich als feines Pulver in der Flüssigkeit vertheilt. Die Köpfe waren anscheinend unverändert, scharf contourirt und glänzend. Von den Schwänzen war entweder nichts zu erkennen, oder nur ein kurzes, sehr blasses, der Kopfbasis ansitzendes Stück.

Die Einwirkung von künstlichem Magensaft ergab das Folgende[1]: Nach 24 stündiger Einwirkung der Verdauungsflüssigkeit auf frisches Sperma bei Zimmertemperatur erschienen die Köpfe wie nach der Einwirkung von 0,28 procentiger Salzsäure, die Schwänze waren blass und glanzlos. Nach weiteren 24 Stunden hatte sich das Bild nicht verändert. Fuchsin S. (0,25 *g* in 250 *ccm* Wasser) färbte Kopf und Schwanz nunmehr sofort roth. Nur an der Ansatzstelle des Schwanzes (bei *U* in Fig. 3) blieb eine Stelle ungefärbt, von welcher aus sich eine sehr feine, hellere Linie in den Schwanz hineinzog.

Nach dem 48 stündigen Verweilen der Spermamasse bei Zimmertemperatur in der Verdauungsflüssigkeit wurde letztere erneuert und darauf für 24 Stunden die Temperatur auf 18—22° R. gesteigert. Sehr viele Köpfe lagen dann von den Schwänzen getrennt, letztere waren blass und oft schwer erkennbar, das Aussehen der Köpfe aber

1) Es wurde die auch bei meinen früheren Versuchen benutzte Verdauungsflüssigkeit aus Schweinemagen verwendet. Vergl. E. ZACHARIAS, Ueber Nachweis und Vorkommen von Nucleïn. (Ber. der Deutschen Bot. Ges. 1898.)

hatte sich nicht verändert. Der Spermamasse beigemischte Kerne, deren Herkunft nicht ermittelt wurde, zeigten Gerüste von dem durchaus charakteristischen, glänzenden und scharf contourirten Aussehen, welches nucleïnhaltigen Theilen nach der Behandlung mit künstlichem Magensaft eigenthümlich ist. Die Spermamasse wurde nun noch weiter 24 Stunden bei der angegebenen Temperatur in der Verdauungsflüssigkeit belassen, ohne dass eine weitere Veränderung bemerkbar wurde. In einer Fuchsin S.-Lösung der oben mitgetheilten Concentration färbten sich Kopf und Schwanz sofort, aber nicht intensiv. Der Rand des Kopfes schien sich nicht zu färben. Vollkommen farblos blieben während der Beobachtungsdauer (etwa $^1/_4$ h.) die dem Sperma beigemischten Kerne. Das lange, sehr feine Ende des Schwanzes schien durch die Pepsinlösung gelöst worden zu sein, nur der dickere, an den Kopf angrenzende Theil war in dem gefärbten Präparate zu erkennen.

Methylenblau (0,25 *g* in 250 *ccm* Wasser) färbte die Gerüste der beigemischten Kerne sehr schön blau, während sich gleichzeitig das Sperma so gut wie garnicht färbte. Das mit Verdauungsflüssigkeit behandelte Sperma wurde nun auf mehrere Tage in absoluten Alkohol eingelegt und sodann unter Alkohol mit frisch in Alkohol eingelegtem Sperma verglichen. An den Köpfen konnte kein Unterschied wahrgenommen werden, während die Schwänze des verdauten Materials substanzärmer erschienen, als diejenigen des nicht verdauten. Die mehrfach genannte Fuchsin S.-haltige Glaubersalzlösung brachte selbst bei dreitägiger Einwirkung auf das frische Sperma keine Quellung der Köpfe hervor; sie erhielten eine zarte Färbung. Auch die Schwänze quollen nicht. Sie färbten sich gut in ihrer ganzen Ausdehnung. Dort, wo sich der Schwanz an den Kopf ansetzt, war eine helle Stelle kenntlich, sie schien aber kleiner zu sein, als in dem weiter oben beschriebenen Verdauungspräparat oder in Präparaten, welche nach 48 stündiger Behandlung frischen Materials mit Magensaft durch Färbung mit Fuchsin S. gewonnen worden waren.

In Fig. 5 *A* ist ein Spermatozoon (Alkoholmaterial) nach Behandlung mit Glaubersalz-Fuchsin S.-Lösung dargestellt. Man erkennt am Kopfe eine zarte Querlinie. Es handelt sich hier um den hinteren Rand der beim Stier sehr zarten Kopfkappe[1]). An Präparaten, welche frisch mit Verdauungsflüssigkeit, darauf mit Alkohol und schliesslich mit Glaubersalz-Fuchsin S.-Lösung behandelt worden waren, erkannte ich die Grenze der Kopfkappe nicht.

In Fig. 5 *P* sind von den Köpfen getrennte Schwänze dargestellt[2]). Alkoholmaterial, 48 Stunden in der Wärme mit Verdauungsflüssigkeit

1) Vergl. Schoenfeld, l. c.

2) Die Figuren 5 *A* und 5 *P* sind bei gleicher Vergrösserung gezeichnet.

behandelt, dann in Alkohol eingelegt und endlich mit Glaubersalz-Fuchsin S. gefärbt. Ein Vergleich mit dem Schwanze des in Fig. 5 *A* abgebildeten, nicht verdauten, übrigens aber gleichartig behandelten Spermatozoon ergiebt, dass die Schwänze durch die Verdauung erheblich an Substanz verloren haben. Uebrigens wird das Schwanzende der verdauten Objecte äusserst dünn, so dass man mit der Möglichkeit rechnen muss, es sei noch ein weiterer ungelöster Schwanztheil vorhanden, aber nicht mehr erkennbar.

Nach MIESCHER (l. c. S. 48) gelingt es durch Behandlung mit künstlichem Magensaft „in der Regel die Köpfe vollständig zu isoliren, feine, zerbröckelnde Fädchen als Reste der Schwänze widerstehen hartnäckig, lösen sich aber doch schliesslich auf.“ (Vergl. auch l. c. S. 53, ferner die histochemischen und physiologischen Arbeiten von F. MIESCHER, 1897, I. Bd. Briefw., S. 73).

Auf Grund des Vergleiches von Phosphorbestimmungen im verdauten und nicht verdauten Sperma ist MIESCHER der Meinung, dass ausser dem Schwanze auch Theile des Kopfes durch die Verdauungsflüssigkeit gelöst werden. MIESCHER möchte „verdauliche Substanz im Innern des Kopfes vermuthen“. MIESCHER's Vermuthung mag begründet sein. Jedenfalls scheint mir hier aber auch die Kopfkappe in Betracht zu kommen, deren Abgrenzung sich nach der Verdauung in meinen Präparaten nicht mehr erkennen liess. Hinsichtlich der grösseren, der Beobachtung leichter zugänglichen Kopfkappe beim Meerschweinchen liess sich die Löslichkeit in 0,28 procentiger Salzsäure feststellen.

Ueber die Einwirkung von Farbstoffen auf das Stiersperma mag hier noch das Folgende mitgetheilt werden:

In Präparaten, welche durch 48 stündige Behandlung frischen Materials mit 0,28 procentiger Salzsäure gewonnen worden waren, färbte Fuchsin S.-Lösung sofort die ganzen Spermatozoen roth mit Ausnahme einer kleinen Stelle an der Schwanzbasis. Zusatz von Methylenblau-Lösung färbte nach 24 stündiger Behandlung frischen Materials mit 0,28 procentiger Salzsäure die Schwänze nicht, auch die Köpfe erschienen von der Fläche gesehen farblos, nur in der Ansicht von der Kante erkannte man eine zarte Färbung. Dasselbe Ergebniss hatte ein Methylenblau-Zusatz zu Sperma, welches frisch auf 48 Stunden bei Zimmertemperatur in Verdauungsflüssigkeit eingelegt worden war. Auf Zusatz einer Mischung von Fuchsin S. und Methylenblau [1]) zu frisch auf 24 Std. in 0,28 procentige Salzsäure eingelegtem Sperma

---

1) 1 Vol. Fuchsin S.-Lösung mit 1 Vol. Methylenblaulösung der oben angegebenen Concentration vermischt. Eine geringe Trübung, welche nach der Mischung entstand, wurde abfiltrirt.

färbten sich, abgesehen von derselben Stelle an der Schwanzbasis, welche farblos blieb, die ganzen Spermatozoen intensiv roth.

Ein vergleichender Färbungsversuch mit Spermatozoen von *Triton taeniatus* und vom Stier verlief wie folgt:

Die Objecte gelangten aus Alkohol auf 48 Stunden in 0,28procentige Salzsäure, darauf wieder auf einige Tage in Alkohol, sodann auf einen Objectträger in Wasser. Als nun Fuchsin S.-Methylenblau-Mischung hinzugefügt wurde, färbte sich bei den Triton-Spermatozoen Schwanz und Mittelstück roth, der Kopf blieb zunächst farblos, um dann intensiv blaue Färbung anzunehmen. Die Spermatozoen des Stieres färbten sich gleichzeitig in ganzer Ausdehnung roth[1]).

Die Spermatozoen des Ebers zeigten gegen Salzsäure, Verdauungsflüssigkeit, die Fuchsin S.-haltige Glaubersalzlösung, Methylenblau und Fuchsin S.-Lösungen, diejenigen des Widders gegen Salzsäure, Methylenblau-Fuchsin S.-Lösung und Glaubersalz-Lösung dasselbe Verhalten wie die Spermatozoen des Stieres.

Die Spermatozoen des Meerschweinchens besitzen eine stark entwickelte Kopfkappe (vergl. Meves l. c.). Werden sie frisch in Glaubersalz-Fuchsin S.-Lösung gebracht, so schrumpft die Kopfkappe, verliert ihre homogene Beschaffenheit und färbt sich. Der Kerntheil des Kopfes bleibt unverändert. Er zeigt keine Quellung. Zuweilen löst sich die Kopfkappe ab. Der Kopf erscheint dann völlig glatt contourirt, homogen, ganz schwach rosa gefärbt, mit einem Saume versehen, wie die Köpfe des Stiersperma. Der Schwanz färbt sich, sein „Endstück" setzt sich deutlich gegen das „Hauptstück" ab. Vom „Hals" aus zieht sich eine helle Linie in den Schwanz hinein. Ueber das Verhalten der „Knöpfchen" ist schon berichtet worden.

Auf Zusatz von 0,28procentiger Salzsäure zu lebenden Spermatozoen verschwinden die Kopfkappen. Der Kerntheil des Kopfes bleibt glatt contourirt und homogen zurück, von der Fläche gesehen glanzlos wie der Schwanz, von der Kante gesehen mit starkem Glanz gegen den blassen Schwanz abgesetzt. Behandelt man nun mit Methylenblau-Fuchsin S.-Lösung, so färbt sich alsbald alles roth, die Kopfkappen werden nicht wieder sichtbar.

Eine Notiz bei Neumann (l. c.) scheint mir darauf hinzudeuten, dass die Spermatozoen des Menschen sich in ihren Reactionen an die untersuchten Säugethierspermatozoen anschliessen werden. Be-

---

1) Hinsichtlich der Bedeutung der Farbenreactionen vergl. E. Zacharias, Ueber die Cyanophyceen (S.-A. aus Bd. XVI der Abh. aus dem Gebiet der Naturw., herausgeg. vom naturw. Verein, Hamburg. 1900. S. 10, 11). Für die weitere Ausnützung der Färbungen zu mikrochemischen Zwecken ist Pappenheim's Buch von wesentlicher Bedeutung (Grundriss der Farbchemie zum Gebrauch bei mikroskopischen Arbeiten. Berlin 1901).

züglich ihres Verhaltens gegen Methylenblau - Fuchsin S. konnte Herr Dr. E. DELBANCO dieses bestätigen (briefliche Mittheilung).

Die Köpfe der untersuchten Säugethierspermatozoen zeigen, wie die vorstehenden Angaben darthun, nicht die Reactionen von Gebilden, welche „Kernnucleïn" enthalten.

Dass es auch pflanzliche Zellkerne giebt, welche die für „kernnucleïnhaltige" Körper charakteristischen Reactionen zum Theil nicht zeigen, beweist das Verhalten der Kerne in den Pollenmutterzellen von *Larix*. Hier reagiren die Chromosomen auf Fuchsin S.-Methylenblau-Mischung, Essigsäure-Methylgrün, Glaubersalz, 0,28 procentige Salzsäure, Verdauungsflüssigkeit wie die Chromosomen der sonstigen bisher untersuchten Pflanzenzellen, während sie gegen concentrirtere Salzsäure eine grössere Resistenz zeigen.

Ob etwa das besondere Verhalten der Chromosomen in den Pollenmutterzellen von *Larix*, sowie der Kernantheile im Sperma von Säugethieren den Kernen aller Gewebe der betreffenden Organismen zukommt, bleibt zu untersuchen[1]).

Aus dem Verdauungsrückstand der Stierspermatozoen konnte MIESCHER durch Lösung in warmer Natronlauge und Ausfällen mit Salzsäure ein Nucleïn gewinnen (MIESCHER l. c., S. 50), welches frisch gefällt leicht löslich in Sodalösung und Ammoniak war, beim Stehen aber bald wieder schwer löslich wurde. „Die Darstellung selbst geht offenbar mit einer chemischen Umwandlung einher, aus der unlöslichen Modification (Anhydrid?) in eine löslichere (Hydratation?)" [2]).

Setzt man diesen Befund MIESCHER's mit den Resultaten der mikrochemischen Untersuchungen des Stierspermas und der Plastinkörper in Verbindung, so erhält die Annahme des Vorhandenseins von Beziehungen der Plastine zu den Nucleïnen eine weitere Stütze[3]).

Bezüglich der aus Hefe dargestellten Nucleïnpräparate habe ich[4]) ausgeführt, dass die Nucleïnsäure dieser Präparate „bei den mit ihrer Darstellung verbundenen Manipulationen aus dem Plastin des Zellinhaltes" gewonnen worden sein könne. Neuerdings hat MACALLUM[5]) im Cytoplasma der Hefezellen und in gewissen Gebilden, welche er im Gegensatz zu anderen Autoren nicht für Zellkerne hält, eine „dem

---

1) Vergl. CARNOY, Biologie cellulaire. 1884. S. 227.

2) Vergl. A. KOSSEL, Weitere Beiträge zur Kenntniss der Nucleïnsäure (Verhandl. der Physiol. Gesellsch. zu Berlin. 2. Februar, 1894, S. 6).

3) E. ZACHARIAS, Ueber die chemische Beschaffenheit von Cytoplasma und Zellkern (Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1893).

4) l. c., pag. 301.

5) MACALLUM, Cytology of non-nucleated organisms, pag. 67. (Transactions of the Canadian Institute, vol. VI, 1899.)

Chromatin höherer Organismen nahe verwandte Substanz" gefunden. Dieselbe färbt sich jedoch nicht mit Essigsäure-Methylgrün und ist in künstlichem Magensaft löslich. Sie ist also vom Kernnucleïn und Plastin verschieden. Nach MACALLUM enthält sie Phosphor und Eisen und wird daher von ihm dem Chromatin höherer Organismen an die Seite gestellt. Indessen würden auch für den Fall, dass der Nachweis von Phosphor und Eisen in der fraglichen Substanz durch die mikrochemischen Untersuchungen MACALLUM's thatsächlich erbracht sein sollte, ihre Zugehörigkeit zum Chromatin (wenn mit diesem Wort ein Nucleïnkörper bezeichnet werden soll) noch nicht als erwiesen zu betrachten sein.

---

Für bestimmte Fälle habe ich ausgeführt, dass derjenige Theil der männlichen Sexualzellen, der aus dem Zellkern ihrer Mutterzellen hervorgegangen ist, procentisch sehr viel reicher an Kernnucleïn ist, als der Kern der weiblichen Sexualzellen[1]).

---

1) E. Zacharias, Ueber das Verhalten des Zellkerns in wachsenden Zellen. Flora 1895, Ergänzungsband, S. 253—260. Der Anm. 2, S. 257 ist aus der neueren Litteratur noch beizufügen: Farmer and Williams, Contributions to our knowledge of the Fucaceae: Their life-history and cytology (Philosophical Transactions of the R. Soc. of London, Ser. B, Vol. 190, 1898, Tab. 21, Fig 20—22). Shaw, The fertilization of *Onoclea* (Ann. of Bot., Vol. XII, Sept. 1898); vergl. E. Zacharias, Ergebnisse etc. (Bot. Ztg. 1899, II, Nr. 1). Klebahn, Die Befruchtung von *Sphaeroplea*, Fig. 16—19 (Festschrift für Schwendener). Charles Thom, The process of Fertilization in *Aspidium* and *Adiantum* (Transactions of the Academy of Science of St. Louis, Vol. IX, No. 8, 1899). Ethel N. Thomas, Double fertilization in a Dicotyledon *Caltha palustris* (Ann. of Bot., Vol. XIV, 1900, p. 531, Fig. 5, 8).

Sehr wünschenswerth erscheint eine mikrochemische Untersuchung der Sexualkerne der Gymnospermen. Die Angaben der neueren Arbeiten über Befruchtung bei Gymnospermen gewähren keinen Aufschluss hinsichtlich der chemischen Beschaffenheit der Kerne. Vergl. Arnoldi, Beiträge zur Morphologie der Gymnospermen III (Flora 1900, S. 58—60), und die hier citirte Litteratur.

Es mag an dieser Stelle bemerkt werden, dass die „Keimbläschen" oder „Hofmeister'schen Körperchen" im Abietineenei (von Strasburger irrthümlich als Vacuolen bezeichnet), welche nach Arnoldi (Beitr. IV. Flora 1900, 2. Heft; vergl. jedoch Cavara, Osservationi morphologiche sulle Gimnosperme. Bull. della Soc. bot. Italiana. Sede di Firenze 9. Dicembre 1900, p. 319) veränderte, „aus den Deckschichtzellen in das Eiprotoplasma eingedrungene" Kerne sind, in ihrer chemischen Beschaffenheit von Zellkernen abweichen. In meiner Arbeit „Beiträge zur Kenntniss des Zellkerns und der Sexualzellen" (Bot. Ztg. 1887, p. 319) heisst es: „Aus den mitgetheilten Reactionen ergiebt sich, dass die Hofmeister'schen Körper aus verdaulichen Eiweissstoffen bestehen und aus unverdaulichen Substanzen, welche jedoch die Eigenschaften des Nucleïns nicht besitzen." Nach Arnoldi (l. c. S. 10) „dienen die Hofmeister'schen Körper zur Ernährung des Embryos". Dem entsprechend habe ich auch in der citirten Arbeit S. 317 geäussert: „Mit den Dotterkörpern der Thiere lassen sich die von Hofmeister als Keimbläschen bezeichneten Körper vergleichen" etc. (Hofmeister, Vergleichende Unters., S. 130, 134; Pflanzenzelle, S. 120).

Gleich dem Kerne der seither mikrochemisch geprüften Eier sind auch die nach den neueren Arbeiten von NAWASCHIN u. a. einer Befruchtung unterliegenden Kerne der Embryosäcke von Angiospermen in bestimmten, darauf hin untersuchten Fällen procentisch relativ nucleïnarm, die mit ihnen verschmelzenden männlichen Sexualkerne aber nucleïnreich, wie das aus der unten citirten Litteratur[1]) geschlossen werden kann.

Sehr erwünscht wäre eine nähere Feststellung des mikrochemischen Verhaltens der Säuger-Eikerne. MIESCHER sagt in einer Anmerkung (l. c. S. 71): „Nach einer interessanten, von Dr. LINDGREN im hiesigen Institut gemachten Beobachtung ist das Keimbläschen des Säugethiereies (Rind, Schaf, Schwein) im Gegensatz zu den Kernen des Keimepithels in HCl $^1/_{1000}$ löslich.“ Vermuthlich handelte es sich hier um eine Quellung, nicht um eine völlige Lösung aller Substanzen des Keimbläschens. Im Gegensatz hierzu konnte ich in dem Kernantheil der Säuger-Spermatozoen keine Quellung in verdünnter Salzsäure wahrnehmen.

Unschwer lässt sich, wie ich neuerdings wieder feststellen konnte, das eigenthümliche Verhalten des befruchtungsreifen Eikernes gegen verdünnte Salzsäure bei *Marchantia* demonstriren, deren Archegonien in Menge leicht unter dem Simplex frei präparirt werden können. Bei der Beobachtung von Alkoholmaterial in Wasser erscheint der Eikern sehr substanzreich. Sind aber die Archegonien lebend in 0,28 procentige Salzsäure gelangt und werden sie dann 24 Stunden später in der Säure untersucht, so erscheint der Kern als scharf gegen das Plasma abgegrenzter Hohlraum, in welchem sich geformte Substanz nicht erkennen lässt. Im Plasma sieht man Aggregate mehr oder weniger mit einander verschmolzener Tröpfchen von fettähnlichem Aussehen. Der Eikern enthält im schärfsten Gegensatz zum Spermakern keine durch das eingeschlagene Verfahren nachweisbare Mengen von Kernnucleïn.

Auch im Kern des Farneies habe ich früher[2]) kein Kernnucleïn

---

1) NAWASCHIN, Resultate einer Revision der Befruchtungsvorgänge bei *Lilium Martagon* und *Fritillaria tenella*. Bull. de l'Acad. Impér. des Sciences de St. Pétersbourg, Nov. 1898, T. IX, No. IV, p. 379. — NAWASCHIN, Befruchtungsvorgänge bei einigen Dicotyledonen. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1900, Taf. IX, Fig. 1 *B*. — E. ZACHARIAS, Beiträge etc. (Bot. Ztg. 1887, S. 372). Hier (S. 367) habe ich auch schon angegeben, dass sich in den Pollenschläuchen von *Lilium candidum* nach Behandlung mit künstlichem Magensaft „mehrfach zwei langgestreckte schmale Kerne von glänzendem Aussehen und sehr dichter Beschaffenheit fanden, den bandförmig gestreckten Kernen von Farnspermatozoen vergleichbar, die noch nicht ganz homogen geworden sind“. — Vergl. NAWASCHIN, l. c., S. 227.

2) Beiträge etc. l. c. S.-A. S. 24. Vergl. auch meine Angaben über den Eikern von *Pinus silvestris* (l. c. S. 25) mit denjenigen von BLACKMANN, On the cytological

nachweisen können, jedoch betont, ich sei nicht der Meinung, dass diesem Kern Nucleïn ganz fehle. „Weiter unten mitzutheilende Beobachtungen (heisst es l. c.) an thierischen Eiern sprechen dafür, dass das ursprünglich im Eikern vorhandene Nucleïn während der erheblichen Vergrösserung, welche der Kern bei der Ausbildung des Eies erfährt, sich mehr und mehr im Kern vertheilt, ohne zuzunehmen, so dass schliesslich ein Kern resultirt, dessen procentischer Gehalt an Nucleïn so gering ist, dass derselbe sich auf mikrochemischem Wege nicht mehr nachweisen lässt.“

Vor Kurzem fand nun THOM (l. c.), dass, wenn das Ei sich der Reife nähert, „chromatin becomes indistinct with the ordinary stain,“ aber „carefull staining and examination enables one still to see a nuclear network upon which fine granules are distributed.“ Diese Körnchen betrachtet THOM, da sie sich mit Gentianaviolett färben, als Chromatin. Handelt es sich hier thatsächlich um Kernnucleïn, welches wegen seiner geringen Menge und seiner Vertheilung durch die von mir verwendeten Reagentien nicht sichtbar gemacht werden konnte, und ist ferner die Angabe THOM's zutreffend, dass im Spermakern ein Chromatinmantel eine centrale Substanz von abweichender Beschaffenheit umschliesst, so ist die Differenz im procentischen Gehalt an Nucleïn in Ei und Spermatozoon der Farne geringer, als ich angenommen hatte, kann indessen immer noch als beträchtlich angesehen werden.

Den Angaben THOM's über das Vorkommen färbbarer Körnchen im Kern des Farneies schliessen sich entsprechende Mittheilungen von CAVARA[1]) über den Kern des Eies von *Abies pectinata* an: „La cromatina o parte veramente essenziale, vi è, ma sotto una forma estremamente divisa, e cioè in minuti granuli, i quali assorbono però bene le sostanze coloranti.“

---

Die Untersuchungen von LOEB[2]), NATHANSOHN, WINKLER u. a. haben gezeigt, dass verschiedenartige Einflüsse die Wirkung des

---

features of fertilization and related phenomena in *Pinus silvestris* (Philosophical transactions of the R. soc. of London 1898, Ser. B, Vol. 190); ferner: IKENO, Fécondation chez *Ginkgo* (Ann. des sc. nat., Ser. VIII, T. XIII, 1901).

1) CAVARA, Osservazioni morphologici sulle Gimnosperme. Bull. della Società botanica Italiana. Sede di Firenze del 9. Dicembre 1900.

2) LOEB, On the nature of the process of fertilization. American Journal of Physiology 1899. — NATHANSOHN, Ueber Parthenogenesis bei *Marsilia* und ihre Abhängigkeit von der Temperatur. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1900. — WINKLER, Ueber die Furchung unbefruchteter Eier unter der Einwirkung von Extractivstoffen aus dem Sperma. Nachrichten von der K. Gesellsch. der Wiss. zu Göttingen, Mathem.-physik. Kl. 1900, Heft 2. Hier und bei GIARD (Sur la pseudogamie osmotique. Comptes rendus de la Soc. de Biologie, 5. janvier 1901) finden

Spermatozoon auf die Weiterentwickelung des Eies zu ersetzen vermögen. WINKLER hat nachgewiesen, dass nicht nur das intacte Spermatozoon, sondern auch aus demselben bereitete Lösungen den Anstoss zur Weiterentwickelung des Eies geben können. Die Art der Einwirkung des Spermatozoon auf das Ei im normalen Befruchtungsvorgange lässt sich indessen, wie schon von verschiedenen Seiten betont worden ist, aus den vorliegenden Untersuchungsergebnissen nicht erschliessen.

Man wird es für möglich halten können, dass bestimmte, in den Spermatozoen enthaltene Stoffe das Wirksame seien, und dass nach Massgabe der nachweislich differenten chemischen Beschaffenheit[1]) verschiedener Spermatozoen auch die wirksamen Stoffe bei der Befruchtung verschiedener Organismen von verschiedener Art seien. Beachtenswerth bleibt die für eine Anzahl von Fällen festgestellte Differenz in der procentischen Zusammensetzung von Ei und Sperma[2]).

BOVERI[3]) betont freilich neuerdings wieder, „dass er die Bedeutungslosigkeit der Nucleïne (Kernsubstanzen) für die Befruchtung schon vor mehr als 10 Jahren für das Seeigelei nachgewiesen habe.“ BOVERI[4]) benutzte zur künstlichen Befruchtung Eier, welche 14 Stunden in (nicht erneutem) Wasser gelegen hatten, während die Spermatozoen, mit welchen er diese Eier besamte, so lange mit 0,05 procentiger Kalilauge behandelt worden waren, bis nur noch ein kleiner Theil derselben Beweglichkeit zeigte. In der Folge kamen unter normal befruchteten solche Eier zur Beobachtung, welche sich in normaler Weise furchten, obwohl der Spermakern sich nicht mit dem Eikern vereinigt hatte. Dieser Befund scheint mir nicht beweisend zu sein. Berücksichtigt man das Vorhandensein der Kalilauge[5]) und etwaiger durch diese aus dem Sperma extrahirter Stoffe in der Um-

sich weitere Litteraturangaben. — Vergl. ferner HERTWIG, Mit welchem Recht unterscheidet man geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung? (Sitzungsber. der Gesellsch. für Morphologie und Physiologie in München 1899, Heft 2, S.-A. S. 8) und B. SCHMID, Ueber die Ruheperiode der Kartoffelknollen (Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1901, S. 84, 85).

1) Vergl. die Litteraturzusammenstellung von COHNHEIM. Chemie der Eiweisskörper 1900.

2) E. ZACHARIAS, Ueber Sexualzellen und Befruchtung. Verhandl. des Naturw. Vereins in Hamburg 1901.

3) BOVERI, Zellen-Studien. Heft 4, 1901, S. 10.

4) BOVERI, Ueber partielle Befruchtung. Sitzungsber. der Gesellsch. für Morphologie und Physiologie in München, III. Bd., Sitzung vom 19. Juni 1888.

5) Dass etwa die Kalilauge vor der Vereinigung des Spermas mit den Eiern auf irgend eine Weise wieder beseitigt worden sei, geht aus den Angaben BOVERI's nicht hervor.

gebung der in verschiedenem Grade durch die Vorbehandlung afficirten Geschlechtszellen, so ergiebt sich, dass BOVERI's Versuche ebenso wenig wie diejenigen von LOEB, WINKLER u. a., geeignet sind, über die Art der Einwirkung des intacten Spermatozoon auf das Ei Aufschluss zu gewähren.

Bezüglich der Spermacentrosomen, welche nach BOVERI die Theilung des Eies bewirken sollen, mag auf die übersichtliche Zusammenstellung der einschlägigen Arbeiten bei WILSON[1]) hingewiesen werden, welche klar erkennen lässt, wie wenig die vorliegenden Beobachtungen zu bestimmten, allgemeinen Schlüssen berechtigen. Uebrigens sagt BOVERI selbst hinsichtlich der physiologischen Bedeutung der Centrosomen im Allgemeinen[2]): „Gewiss wird hier wie anderwärts, nachdem für's Erste schon der morphologische Befund eine gewisse physiologische Einsicht gewähren kann, weiterer Fortschritt nur durch das Experiment erreichbar sein, oder richtiger gesagt, durch das Studium in der Natur vorkommender oder künstlich hervorgebrachter Abweichungen von dem normalen Verhalten und den Folgen dieser Abweichungen. Allein hierfür ist eben eine genaue Kenntniss der morphologischen Verhältnisse unerlässliche Vorbedingung. Denn wenn auch die schliessliche Entscheidung durch das Experiment geliefert wird, müssen wir doch vor allem wissen, womit wir experimentiren." Dem ist hinzuzufügen: und welche chemische Zusammensetzung dem Object zukommt, mit welchem wir experimentiren. Dass letzteres für die Beurtheilung der Befruchtungsvorgänge gleichgültig sei, wird selbst der einseitigste Morpholog nicht behaupten wollen. Mit Recht sagt schon KÖLLIKER (l. c. S. 261): „Ebenso sehr als das Schicksal der Samenfäden verdient aber wohl auch das Studium ihrer chemischen Zusammensetzung und ihrer chemischen Einwirkung auf andere Körper die Aufmerksamkeit, wenn man über ihre Bedeutung bei der Befruchtung in's Klare kommen will[3])."

---

1) WILSON, The cell. Second Edition 1900.

2) Zellstudien. Heft 4, 1901, S. 1, 2.

3) Vergl. auch MIESCHER, Histologische und physiologische Arbeiten. Bd. I, S. 85, 86. Brief an HOPPE-SEYLER, 1876.

# 47. Ed. Fischer: Die Uredo- und Teleutosporengeneration von Aecidium elatinum.

(Vorläufige Mittheilung).

Eingegangen am 21. Juni 1901.

In einem Walde unweit Rüeggisberg (Canton Bern) waren in einer Anpflanzung junger Weisstannen massenhafte durch *Aecidium elatinum* Alb. et Schw. hervorgerufene Hexenbesen aufgetreten, die ich seit 1898 zu beobachten Gelegenheit hatte. Die ganze Art des Auftretens derselben deutete darauf hin, dass sie erst nach Anpflanzung jener Weisstannen entstanden seien, dass also ein allfälliger Teleutosporen-Wirth sich in der Nähe befinden müsse. Indess gelang es mir trotz wiederholter Besuche jener Stelle bis zum letzten Sommer nicht, auf die richtige Fährte zu kommen. Zwar fand sich dort *Pucciniastrum Epilobii* (Pers.) Otth, das nach KLEBAHN's Untersuchungen[1]) seine Aecidien auf der Weisstanne bildet; aber dasselbe ruft bekanntlich[2]) keine Hexenbesen hervor. Auch *Sorbus Aucuparia* kommt in jenem Walde vor, was in Einklang zu stehen schien mit KLEBAHN's Infectionsresultaten[3]), welche auf eine Zugehörigkeit des *Aecidium elatinum* zu *Ochropsora Sorbi* hinwiesen; indess ergab eine Aussaat von Aecidiosporen auf *Sorbus Aucuparia*, die ich letzten Sommer ausführte, ein negatives Resultat; zudem konnte ich trotz sorgfältigen Suchens im genannten Walde im August vorigen Jahres auch an *Sorbus*-Zweigen, die mit Hexenbesen fast in directer Berührung standen, keine *Ochropsora* entdecken. Dagegen waren in unmittelbarer Nähe der Aecidien-tragenden jungen Weisstannen stehende Pflanzen von *Stellaria nemorum* massenhaft mit dem Uredo von *Melampsorella Caryophyllacearum* DC. (*M. Cerastii* [Pers.]) besetzt. Im Mai dieses Jahres sammelte ich die auf den Blättern auf-

---

1) Culturversuche mit heteroecischen Rostpilzen, VII. Bericht. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, Bd. IX, 1899.

2) KLEBAHN l. c. — Siehe ferner ED. FISCHER in Berichte der schweiz. botan. Gesellsch., Heft X, 1900, S. 8.

3) KLEBAHN, Culturversuche mit heteroecischen Rostpilzen, VIII. Bericht. PRINGSHEIM's Jahrbücher für wissenschaftl. Botanik, Bd. XXXIV, S. 381.

tretenden Teleutosporen. Dieselben konnten sofort zum Keimen gebracht werden. Ich liess die Basidiosporen auf junge Weisstannentriebe ausfallen und konnte feststellen, dass die Keimschläuche in die Axe derselben eindrangen und zwar die Epidermis durchbohrend. Am 7. Juni wurden sodann vier Pflanzen von *Stellaria nemorum* verschiedener Herkunft (darunter 3 Sämlinge, die im botanischen Garten in einem Gewächshaus erzogen worden waren) mit Sporen von *Aecidium elatinum* aus dem Bremgartenwalde bei Bern besät. Als Resultat dieses Versuchs ergab sich, dass am 20. Juni auf diesen Pflanzen, zum Theil in grosser Menge, Uredolager auftraten[1]). Das Aecidium elatinum, welches mir zur Untersuchung vorgelegen, gehört somit in den Entwickelungskreis von Melampsorella Cerastii.

Eine eingehendere Mittheilung über diesen Gegenstand soll an anderer Stelle erfolgen.

Für die Praxis ergiebt sich aus obigen Beobachtungen der Schluss, dass namentlich in der Nähe der Pflanzschulen von Weisstannen die Caryophyllaceen möglichst zu beseitigen sind.

---

## 48. Fr. Thomas: Anpassung der Winterblätter von Galeobdolon luteum an die Wärmestrahlung des Erdbodens.

Eingegangen am 21. Juni 1901.

*Galeobdolon luteum* ist ein gutes Beispiel für eine krautartige Pflanze unserer Flora, deren Blätter den Winter überdauern. Im Mai gebildete Blätter functioniren noch im Sommer des folgenden Jahres (sicher noch in der zweiten Hälfte des Juni). Im Winter und Frühjahr zeigen die alten Blätter von *Galeobdolon* in ihrer Färbung dreierlei Merkmale, welche bald einzeln, bald zu zweien auftreten, nämlich: oberseitige Silberflecken, Röthung der ganzen Unterseite und Röthung der Oberseite auf und neben den Blattnerven. Bei Ohrdruf fand ich (in einem Laubgehölze, die Stabsbüsche, das bei 396 *m* Meereshöhe nahe dem Fusse der Vorberge des Thüringerwaldes liegt und von einem Bächlein durchflossen wird) das zweite der genannten Merkmale im December vorigen und März

---

1) Vereinzelte Uredogruppen, welche auf nicht mit Accidiosporen besäten Stellarien auftraten, verdanken ihre Entstehung höchst wahrscheinlich einem Umstande, auf den ich in meiner späteren Publication eingehen werde.

diesen Jahres an fast allen Exemplaren; die beiden anderen sind viel seltener. Alle drei an einem Blatte sah ich bisher nicht. Von ihnen sind

I. die silberfarbigen Stellen der Blattoberseite von der beschreibenden Botanik am längsten (schon durch LINNÉ) beachtet und bereits 1830 von REICHENBACH[1]) als Merkmal der Winterblätter bezeichnet worden. Diese Flecken werden aber nicht erst im Winter gebildet. Sie finden sich, wie ich Anfang Juni d. J. beobachtete, schon an jungen Blättern. In seiner inhaltreichen Arbeit „Ueber den anatomischen Bau bunter Laubblätter" hat HASSACK[2]) *Galeobdolon* nicht behandelt. Ich füge deshalb hier ein, dass die weissen Flecken bei dieser Pflanze zwar auch durch lufterfüllte Intercellularräume zwischen Oberhaut und Pallisadenparenchym erzeugt werden, dass aber diese Luftschicht durch die vorgewölbten Basalenden der Epidermiszellen, welche die unterliegende Zellschicht berühren, unterbrochen wird. Dadurch erhält der Flecken bei Betrachtung in auffallendem Licht mit starker Lupe das Ansehen eines feinen Schaumes. Der Durchmesser jedes der vermeintlichen Schaumbläschen oder Perlen (die bei geeigneter Beleuchtung als kranzförmige Luftwülste erscheinen) entspricht dem Durchmesser einer Epidermiszelle.

Die weissen Flecken finden sich zuweilen an den letzten Blättern der Ausläufer, am häufigsten aber an den Blättern der Verticaltriebe, welche im nächsten Frühjahr meist zu blüthentragenden Stengeln werden.

Auf dem einzelnen Blatte stehen die Silberflecken (im Gegensatze zu den an *Galeobdolon* sehr gewöhnlichen, durch Insecten erzeugten Saugflecken, die über die ganze Spreite zerstreut sind) in zwei bogig verlaufenden Zonen, je eine auf jeder Blatthälfte zwischen Rand und Mittelnerv. Die Seitennerven und einige von den feineren Adern theilen die Zonen in eine Vielzahl weisser Flecken.

Die Wirkung, welche die weissen Flecken in Bezug auf Wärmeverlust durch Ausstrahlung haben müssen, ergiebt sich aus der im Winter ziemlich genau horizontalen Stellung der betreffenden Blätter. Die Flecken befinden sich dadurch an den durch ihre Wölbung am meisten nach oben hervorragenden Theilen der Spreite, die folglich auch durch Ausstrahlung nach dem Himmelsraum am stärksten erkalten würden. Die Luft bildet also eine Isolirschicht, welche die

---

1) L. REICHENBACH, Flora germ. excursoria 1830, p. 324: „stolonum folia hieme albo-maculata."

2) C. HASSACK, Untersuchungen über den anatom. Bau bunter Laubblätter u. s. w. Botan. Centralbl. 1886, XXVIII, S. 213f. HASSACK unterscheidet zwischen weiss und silberweiss. Da, wo ich im Obigen die Flecken nur weiss nenne, müsste nach ihm jedesmal „silberweiss" stehen.

Temperaturerniedrigung der Epidermis in ihrer erkaltenden Wirkung auf das Mesophyll hemmt[1]).

II. Das zweite Merkmal, die rothe Blattunterseite der Winterblätter, hat *Galeobdolon* mit einer Anzahl von Pflanzen gemein, von denen es schon länger beachtet und untersucht worden ist (von WIGAND[2]) u. a.). Die Färbung rührt von Erythrophyll[3]) (STAHL), dem Anthocyan der früheren Autoren, her, das in allen oder doch einer Mehrzahl von Epidermiszellen der Unterseite gelöst ist. Die Färbung fehlt den Sommerblättern und tritt in der kalten Jahreszeit an den vorher unterseits grünen Blättern auf.

Die physiologische Bedeutung des rothen Farbstoffes in der unterseitigen Epidermis liegt meines Erachtens in der durch ihn erhöhten Befähigung, die von dem Erdboden ausgehenden Wärmestrahlen für die Pflanze nutzbar zu machen.

Untersuchungen über den Einfluss der Erdwärme auf die Pflanze sind so alt wie die wissenschaftliche Botanik. Aber sie berücksichtigten nur die Fortpflanzung durch Leitung. Von einer Nutzbarmachung der Wärmestrahlen, die der Erdboden aussendet, durch die Pflanze war bisher in der Pflanzenphysiologie meines Wissens nicht die Rede.

Meine Hypothese stützt sich auf STAHL's Versuche, nach welchen die mit Erythrophyll versehenen Blatttheile auch für dunkle Wärmestrahlen (LESLIE'scher Würfel) eine vermehrte Absorption wahrnehmen lassen[4]). STAHL selbst hat die Besprechung der winterlichen Röthung der Blätter von seiner Betrachtung ausdrücklich ausgeschlossen[5]). Seine Experimentaluntersuchungen ergaben, dass, wie zu erwarten war, der durch den Erythrophyllgehalt gesteigerten Befähigung für die Absorption von Wärmestrahlen auch eine solche für die Emission entspricht[6]). Der rothe Farbstoff wirkt also für die Wärmestrahlen nicht ventilartig (wie für die Sonnenstrahlen die Schleimhülle des Froscheies oder das Mistbeetfenster), sondern wie eine weit geöffnete Thüre, zu der viel hereinkommen,

---

1) Vergl. E. STAHL, Ueber bunte Laubblätter, Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg, 1896, Vol. XIII, 2. S. 197.

2) A. WIGAND, Die rothe und blaue Färbung von Laub und Frucht. Botan. Hefte II, Marburg 1887, S. 218ff.

3) Die schon von STAHL (l. c. S. 149) vermuthete und von OVERTON (Beobachtungen und Versuche über das Auftreten von rothem Zellsaft bei Pflanzen, Jahrbücher für wissensch. Bot. 1899, XXXIII, S. 223) bestimmter angedeutete chemische Verschiedenartigkeit der rothen Zellsaftfarbstoffe hindert nicht, für das Blattroth so lange einen Namen zu benutzen, als eine Verschiedenheit im physiologischen Verhalten nicht nachgewiesen ist.

4) STAHL, l. c. S. 151 u. 156.

5) STAHL, l. c. S. 170.

6) STAHL, l. c. S. 159 u. 197.

aber auch viel hinausgehen kann. Droht nun die Ausstrahlung gegen den Himmel zu einer für den Organismus nachtheiligen Temperaturdepression zu führen, so muss die Pflanze Vortheil von Einrichtungen haben, welche die „offene Thüre“ der Erde, die relativ geschlossene dem Himmel zuwenden.

Was für *Galeobdolon* u. a. im Winter und jedenfalls noch mehr in den der Belaubung der Bäume im Frühjahre vorangehenden Wochen nützlich ist, wird Pflanzen der höheren Gebirge schon in mancher Nacht der warmen Jahreszeit Vortheil bringen können. Ich halte deshalb die rothe Blattunterseite von *Soldanella*, von *Saxifraga cuneifolia* u. a. für eine dem gleichen Zwecke dienende Einrichtung wie die der Winterblätter von *Galeobdolon*.

HABERLANDT führt in (dem jedenfalls vor dem Erscheinen der Arbeit STAHL's niedergeschriebenen Theil) seiner „Physiologischen Pflanzenanatomie“[1]) zur Erklärung der Rothfärbung der Laubblattunterseiten verschiedener Schattenpflanzen nur die KERNER'sche Hypothese an, ohne sie für hinreichend gesichert zu erachten; wenigstens bezeichnet er weitere experimentelle Prüfung als erwünscht. KERNER[2]) nahm bekanntlich an, dass die Rothfärbung der Blattunterseite die Ausnutzung der von oben kommenden, bereits durch das Blatt oder durch eine Mehrzahl von Blättern hindurchgegangenen und durch das Chlorophyll modificirten Strahlen bezwecke. WEHRLI[3]) deutet so z. B. die Röthung der Blattunterseite bei *Soldanella*.

Der Annahme der KERNER'schen Ausnutzungshypothese zur Erklärung der rothen Blattunterseiten von *Galeobdolon* würde, auch wenn die von mir oben gegebene Deutung sich nicht darböte, die Thatsache entgegenstehen, dass an den Frühjahrsblättern das Roth fehlt. Die Neubildung von Blättern fällt bei *Galeobdolon* zeitlich nahezu zusammen mit der Belaubung der Bäume. Der Lichtverbrauch durch die in grösserer Höhe befindlichen Blätter anderer Pflanzen steigert sich plötzlich sehr stark, in viel höherem Maasse als die nur allmählich zunehmende Kraft der Sonnenstrahlen. Trotzdem haben die neuen Blätter von *Galeobdolon* grüne und nicht rothe Unterseite; während vor der Belaubung der Bäume, im März und April, die Blätter mit rother Unterseite vorherrschen.

Aber auch noch ein zweiter Umstand spricht zu Gunsten meiner und zu Ungunsten der KERNER'schen Erklärung. An den weissfleckigen Winterblättern fand ich die Unterseite stets roth und zwar gleichmässig, nicht etwa mit zwei grünen Zonen, die den ober-

---

1) 2. Aufl. 1896, S. 107f.

2) A. KERNER, Pflanzenleben. 1887. I. S. 486.

3) L. WEHRLI, Ueber die Bedeutung der Färbung bei den Pflanzen 1894, cf. Bot. Jahresbericht XXII, 1. S. 297.

seitigen Silberflecken entsprächen. Wenn das Roth der Unterseite nur helfen sollte, die von oben gekommenen, durch das Blatt hindurchgegangenen Sonnenstrahlen völlig auszunutzen, so würde ihre Ausbildung ohne Vortheil für die Pflanze an denjenigen Stellen sein, denen oberseits weisse Flecken entsprechen. Denn diese letzteren werden den allergrössten Theil der (direct oder indirect) auffallenden Sonnenstrahlen am Eindringen in das Mesophyll hindern in Folge innerer Reflexion derselben an der Grenze der subepidermalen Luft. Beide Einrichtungen, die Silberflecken und die rothe Unterseite, sind dagegen in functioneller Harmonie, wenn man den rothen Farbstoff der Blattunterseite als der gesteigerten Absorption der von der Erdoberfläche ausgehenden Wärmestrahlen dienend ansieht. Dann entspricht die nach unten offene Thüre der geschlossenen auf der Oberseite, und beide helfen im gleichen Sinne, die Erdwärme für das Blatt einzufangen.

Zur Zeit des Erwachens der Vegetation wird diese Wärme vortheilhaft sein hauptsächlich durch Steigerung der Transpiration. Aber auch in derjenigen Jahreszeit, in welcher die Spaltöffnungen noch dauernd geschlossen sind, kann die Einrichtung der Pflanze Nutzen bringen. Die Blätter von *Galeobdolon* verhalten sich beim Gefrieren ganz so, wie dies von Lidforss[1]) für *Saxifraga crassifolia* beschrieben worden ist. Sie können, wie ich im letzten Winter beobachtete, mehrere Wochen lang und wiederholt gefroren und verrunzelt herabhängen. Beim Aufthauen glätten sie sich völlig wieder aus und richten sich zur früheren Stellung auf. Ein im November abgeschnittener und von da ab nur in Wasser gestellter Verticalspross von *Galeobdolon* von $8^1/_2$ *cm* Länge (unter nicht ganz schliessender Glasglocke, in ungeheiztem Raume stehend) trieb im Frühjahr aus, entfaltete neue (allerdings nicht ganz zu normaler Grösse heranwachsende) Blätter, machte dann Adventivwurzeln und bewies so, dass die zweimal längere Zeit gefroren gewesenen Blätter functionsfähig geblieben waren. Aber schon Göppert[2]) hat an *Lamium maculatum* u. a. gezeigt, dass die öftere Wiederholung dieses Wechsels die Pflanze doch tödtet. Die Wärmefangvorrichtung wird also auch in schneefreier Winterzeit von Nutzen sein, indem sie dazu hilft, dass nicht jeder schwache Frost schon ein Gefrieren bewirkt.

III. Bezüglich des dritten der erwähnten äusseren Merkmale der überwinternden Blätter von *Galeobdolon*, der Rothfärbung der Blattoberseite auf und dicht neben den Nerven, sind meine Beobachtungen noch sehr unvollständig. Ich habe es nur an einer begrenzten Stelle des

---

1) B. Lidforss, Zur Physiologie und Biologie der wintergrünen Flora. Bot. Centralbl. 1896, Nr. 41; LXVIII, S. 34.

2) Nach Sachs, Handb. der Experimental-Physiol. der Pfl. 1865, S. 62.

Fundorts an einigen wenigen Exemplaren bemerkt und sah es da nur an den obersten zwei bis drei Blattpaaren von Verticaltrieben. In anatomischer Beziehung (Beschränkung des rothen Zellsaftes auf die Epidermiszellen) stimmt dieses dritte Merkmal mit dem zweiten überein, das ich an denselben Blättern mehr oder weniger stark entwickelt fand. An weissfleckigen Blättern sah ich die rothe Zeichnung der Oberseite bisher nicht.

Der Gegensatz, welcher für die als erstes und drittes beschriebenen Merkmale in der Art ihrer Vertheilung über die Blattfläche besteht, deutet an, dass die weissen Flecken zu dem Assimilations- bezw. dem Transpirationsgewebe, das oberseitige Roth zum Leitungsgewebe Beziehung haben. Die Function dieser beiden kann aber recht wohl in ungleicher Weise von der Temperatur beeinflusst werden. Es würde die Annahme genügen, dass für das Leitungsgewebe der Vortheil aus einer nur zeitweiligen Steigerung der Wärme am Tage grösser sei als der Nachtheil aus dem nachfolgenden Verlust durch Ausstrahlung.

---

## 49. F. Heydrich: Einige tropische Lithothamnien.

Eingegangen am 22. Juni 1901.

### Lithothamnion orthoblastum sp. nov.

#### Habitus.

Thallus immer festgewachsen, aus einer $^1/_2$ bis 3 *mm* dicken und je nach dem Substrat 5—10 *cm* im Durchmesser fassenden Kruste bestehend, welche die breiten Kuppen der grossen wilden Korallen unregelmässig und festangeschmiegt überzieht, jeder Unebenheit des Substrates folgend. In der Mitte der älteren Exemplare kann diese Kruste noch etwas stärker werden; der junge, unverletzte Rand haftet, wie die ganze Pflanze, sehr fest am Substrat und ist $^1/_2$ *mm* dünn.

Von dieser Primärkruste steigen in unregelmässigen Abständen von etwa 2—8 *mm* senkrechte, gerade Erhebungen auf, die gleichmässig 3 *mm* dick und 3—20 *mm* hoch und niemals verzweigt sind. Eine Pflanze von 6—8 *cm* Grösse besitzt daher höchstens 10—12 solcher Erhebungen, deren mittlere höher als die äusseren sind. Die Erhebungen der älteren Exemplare können sich durch wiederholtes Ueberwachsen bis zu 12 *mm* verdicken; sie machen dann besonders den Eindruck von Stalaktiten. Die Basis solcher Sprossungen ist ungefähr 5—6 *mm*, die Spitze 3 *mm*, im Querbruch erkennt man dann fast immer 1—2 über einander gewachsene Krusten.

Die getrocknete, aber nicht abgestorbene Pflanze erscheint wie mit Grünspan bestreut, ältere Exemplare dagegen verbleichen in's Grünlichweisse.

Die Oberfläche bleibt rauh und ganz stumpf; an unverletzten Stellen zeigt sie eine mikroskopische Streifung.

### Zellen.

Die Zellen der Basalkruste haften mittelst einer scharf ausgeprägten Schicht leerer Zellen ungemein fest am Substrat. Diese Zellen sind sehr gross: 60 $\mu$ lang und 40 $\mu$ breit; die Schicht dehnt sich fast bis zur Hälfte der jungen Primärkruste aus, dann erst in schwachem Bogen die übrigen, meist kleinen Zellen nach der Peripherie zu entsendend. Der Längsschnitt durch einen älteren Spross zeigt mehrere Schichtungen, die unterhalb aus grösseren, etwa 40 $\mu$ breiten und 60 $\mu$ langen, oberhalb aus kleineren, etwa 16 $\mu$ breiten und 20 $\mu$ langen Zellen bestehen. In älteren Partien sind die Membranen der grösseren Zellen oft in Auflösung begriffen, im Allgemeinen besitzen diese aber in entkalktem Zustande eine mehr birnenförmige, also nach unten ein wenig zugespitzte Gestalt. Die oberen, kleineren Zellen sind oval. Die Cuticulazelle selbst und die unmittelbar unter ihr gelegene Oberflächenzelle sind rundlich mit nur 12 $\mu$ Durchmesser und besitzen ein bandförmiges Chromatophor. In den tieferen Schichten theilt sich dieses in 2—3 kleine, ebenfalls bandförmige Chromatophoren.

### Früchte.

Ueber die Früchte reichen die Beobachtungen leider nicht weit, doch ist das eigenthümliche, massenhafte Auftreten steriler Sori hier hervorzuheben.

Beobachtet man einen in reger Entwickelung stehenden Thallus, so wird besonders an den oberen Theilen eine grosse Anzahl von Conceptakeln mit einem Porus auffallen, und an den unteren Theilen da, wo die Conceptakel aufhören, wird man ebenso grosse, aber sehr flache sorusähnliche Erhebungen wahrnehmen. Nachdem wir aus meinen früheren Beobachtungen ersehen haben[1]), dass zum Zustandekommen eines Tetrasporangiums zwei verschiedene Zelleinschlüsse nöthig sind, so erklärt sich wohl auch leicht die Sterilität dieses Sorus, die eben nur auf das Ausbleiben der Protospore oder des Tetrakernes zurückzuführen ist. Die weitere Verfolgung der Beobachtungen lehrt nämlich, dass eine vollständige Sorusdecke gebildet wird, dass also die Entwickelung der Protospore einsetzt, die des Tetrakernes aber aus

1) Heydrich, Die Entwickelungsgeschichte des Corallineengenus *Sphaeranthera* Heydr. Mitth. zool. Stat. Neapel 1901, 14, S.

einer unerklärlichen Ursache unterbleibt. Der sterile Sorus besteht somit nur aus der flachen, 250 $\mu$ im Durchmesser fassenden Decke, welche 5—10 $\mu$ über die Cuticula hervorragt und von fast 100 Pori durchbrochen wird. Die einzelnen Pori sind deutlich und leicht in der Flächenansicht zu unterscheiden, können aber in einem entkalkten Längsschnitt kaum nachgewiesen werden. Eine eigentliche Höhle entsteht mithin nicht, wohl aber wird durch die abfallende Decke eine kleine Vertiefung zurückgelassen.

Die zu Hunderten vorhandenen Conceptakel stellen reife Cystokarphöhlen dar, deren Basis Anfangs auf gleicher Ebene mit der Cuticula liegt, während die Decke als flacher Kegel über dieselbe hinaussieht Nach und nach wird das Conceptakel soweit überwachsen, dass die Decke kaum noch zur Hälfte über die Cuticula hervorragt; schliesslich aber fällt die Decke der Zerstörung anheim, so dass man in den tieferen Schichten keine Conceptakeln mehr antrifft.

**Aehnliche Species.**

Vergleiche mit schon beschriebenen Species sind kaum zulässig, da besonders die Zellen und Früchte sehr scharf gekennzeichnet sind. Dagegen lässt sich z. B. *Lithothamnion boreale*, wie es FOSLIE[1]) abgebildet hat, dem Habitus nach mit ihm vergleichen. Jedoch kommen solche knotigen Auftreibungen der Aeste wie bei *L. boreale*, bei der Tami-Alge niemals vor.

Von solchen Species, welche gleichfalls dickere Sprossen aufweisen, wären noch *L. japonicum*, *Propontidis*, *superpositum* und *africanum* zu erwähnen; indessen stimmen hierbei weder Verzweigung, noch Zellen, noch Fruchthöhlen mit *Lithothamnion orthoblastum* überein.

Vorkommen: Auf wilden Korallen von den Tami-Inseln im Huongolf bei Kaiser-Wilhelmsland (Deutsch-Neu-Guinea). August 1898. Coll. BAMLER.

## Lithophyllum cerebelloides sp. nov.

**Habitus.**

Thallus Anfangs aus einer 2—3 *cm* grossen, kaum $^1/_8$ *mm* starken Kruste bestehend, welche 3—20 *mm* hohe und ebenso dicke Wellen oder Erhebungen bildet, die zwar scharf getrennt und leicht unterscheidbar sind, aber dicht an einander sich anschliessen.

Sobald die Erhebungen etwa 10 *mm* in der Breite erreicht haben, nehmen sie meist nicht viel mehr an Umfang zu, sondern bringen nach der Spitze zu wiederum kleine, flache, halbkugelige Er-

1) FOSLIE, Contribution to the Knowledge of Marine Algae of Norway. II, Tromsoe Museums Aarshefter 14, 1891. Taf. I.

hebungen von 2—3 *mm* Breite und Höhe hervor. Indessen geschieht dies mit einer gewissen Unregelmässigkeit, so dass manche Erhebungen vor anderen überwachsen werden, andere nicht. Hierdurch kommen einige 2—3 *mm* höher zu liegen, als andere, und es werden grosse, bis 20 *mm* dicke Auswüchse neben kleinen gebildet.

Sowohl durch diese Unregelmässigkeit der Erhebungen, als auch durch das Bevorzugen kleinerer Substrate und durch das Bestreben, diese ringsum zu überziehen, macht die Pflanze den Eindruck eines blossgelegten Gehirns, wie es in Lehrbüchern so häufig abgebildet wird.

Die Farbe ist ein stumpfes Weissgrau.

Die Grösse ist lediglich vom Substrat abhängig; es kommen daher Exemplare von 5—15 *cm* im Durchmesser vor. Jüngere Pflanzen sind meist flacher, ältere mehr kugelig.

Bei kleineren und jungen Exemplaren erkennt man den Rand der Basalkruste noch häufig, der dann kaum $^1/_4$ *mm* dick und $^1/_2$ *cm* breit und etwas ausgebuchtet erscheint. In älteren Exemplaren ist er meist nicht mehr nachweisbar.

**Zellen.**

Der Zellbau dieser Alge ist besonders auffallend. Die Basalschicht scheint nicht besonders hervorzutreten, vielmehr steigen vom Substrat aus die Zellenreihen in gerader Richtung nach der Oberfläche. Eine coaxiläre Schicht ist mithin nicht vorhanden. Die meisten Zellen des mittleren Thallus sind 20 $\mu$ dick und 30 $\mu$ hoch, zuweilen mit kleineren von 16 $\mu$ zu 16 $\mu$ durchsetzt. Verfolgt man aber diese Grössendifferenzen bis zur Oberfläche, so findet man, dass die Verschiedenheit der Zellen eine immer auffallendere wird, je höher hinauf wir untersuchen. Unmittelbar unter der flachen, nur 8 $\mu$ im Durchmesser betragenden Cuticulazelle ist jener Unterschied am beträchtlichsten, denn hier besteht der Thallus meist aus grossen Zellen von 20 zu 40 $\mu$ und kleinen von 8 zu 16 $\mu$, so dass erstere meist das vierfache Volumen der letzteren besitzen. Die grossen Zellen gehen in eine Spitze aus, welche ihrerseits die Cuticulazelle trägt, so dass man sie wohl als Heterocysten ansehen kann. Indessen haben, soweit ich bisher zu beobachten Gelegenheit fand, die Heterocysten anderer Species nicht die Fähigkeit, ihren Zellfaden zu verlängern. Hier aber bleibt dieses Vermögen ihnen erhalten, denn sie theilen sich zu einer gewissen Zeit durch eine Querwand und werden hierdurch auf die halbe Grösse reducirt, die Zellfäden weiter verlängernd. Dies allein bildet auch die Ursache, dass in den tieferen Schichten des Thallus dieselben nicht mehr so häufig angetroffen werden. Dort dehnten sich die früher kleineren aus, und die bisher grösseren (also die Heterocysten) verminderten ihr Volumen, wo-

durch die Zellgrösse beider dann ziemlich gleich erscheint (die grösseren 20 $\mu$ zu 30 $\mu$, die kleineren 20 zu 16 oder 16 zu 16 $\mu$ gross).

Die Chromatophoren der oberen Zellen bilden ein längliches Band, die der mittleren sind kürzer und treten dann in der Zahl von 3—4 auf.

**Früchte.**

Von Früchten konnten bisher nur Tetrasporangien beobachtet werden. Diese liegen in fast kugeligen Conceptakeln von 240 $\mu$ Durchmesser und 100 $\mu$ Höhe; die Conceptakeldecke erscheint Anfangs über der Cuticula mit geringer Wölbung, dann wird sie und mit ihr die gesammte Höhlung mehr überwachsen, so dass die Conceptakel schliesslich den ganzen Thallus durchsetzen und nur als mehr oder weniger deutliche Höhlen erkennbar bleiben.

Die Tetrasporangien, welche 100 $\mu$ lang und 80 $\mu$ breit sind, bleiben ungetheilt, so dass meist nur 6—8 Tetrasporen in einem Conceptakel gebildet werden. Die Keimung vollzieht sich in ähnlicher Weise wie bei *Eleutherospora*.

**Aehnliche Species.**

Die im Habitus am meisten ähnliche Kalkalge ist *Sporolithon ptychoides* Heydrich[1]) = *Sporolithon ptychoides* forma *dura* Heydrich[2]). Besonders die photographische Darstellung der Fig. 23 auf Taf. III gleicht *Lithophyllum cerebelloides*. Einen äusseren Unterschied bildet aber besonders die glänzende Oberfläche, die bei letzterer Pflanze niemals vorkommt.

Nicht ganz ohne habituelle Annäherung, doch lockerer im Gefüge der Auswüchse erscheint *Lithothamnion crassum* bei HAUCK[3]).

Andere Species, wie *L. verrucatum* und *grumosum*, kommen kaum in Betracht.

Vorkommen: Tami-Inseln im Huongolf bei Kaiser-Wilhelmsland (Deutsch-Neu-Guinea). August 1898. Coll. BAMLER.

## Lithophyllum pygmaeum Heydr.

Syn. *Lithothamnion pygmaeum* Heydrich. Neue Kalkalgen von Kaiser-Wilhelmsland. Bibl. Botan., Heft 41, 1897, S. 3, Taf. I, Fig. 8—10.

In jener Arbeit konnten nur die jüngeren Exemplare beschrieben werden; jetzt liegen ältere und ausgebildete vor, weshalb die Diagnose ergänzt werden muss.

---

1) HEYDRICH, *Melobesiae*. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1897, S. 415.

2) HEYDRICH, *Corallinaceae*. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1897, S. 67, Taf. III, Fig. 20—23.

3) HAUCK, Meeresalgen, Taf. I, Fig. 2.

**Diagnose.**

Thallus mittelst einer sehr kleinen Basalscheibe festgewachsen, später abgebrochen, bis 5 *cm* hohe und 8 *cm* breite einseitige Knollen bildend; aus an einander gewachsenen geraden 6—10 *mm* langen Aesten bestehend, welche unregelmässige, rings um den Stamm freistehende, 1—3 *mm* lange, scharf zugespitzte kleine Aestchen fast wagerecht entsenden.

Wenn in der ersten Beschreibung (S. 3) von der Verzweigung gesagt war und abgebildet wurde: „da nur 3—4 grössere Verzweigungen vorhanden sind, so bildet die Alge ein sehr lockeres, verästeltes Knöllchen" — so trifft dies für junge Exemplare zu, in älteren wachsen die Verzweigungen nach und nach fest an einander. Die Spitzen bleiben aber, wie auf Taf. I, Fig. 8, 10 abgebildet, immer frei und scharf zugespitzt.

Der Thallus eines älteren Exemplares setzt sich ebenso wie der eines jüngeren, aus $2^1/_2$ *mm* dicken Sprossungen zusammen, die sich bei einer Länge von 3—4 *mm* jedesmal verzweigen, so dass eine Knolle von 5—6 *cm* Höhe aus 6—10 Verzweigungssystemen besteht.

Die sonstigen Habitusverhältnisse und die Structur des Innern sind dieselben, wie in jüngeren Exemplaren.

**Früchte.**

Die Tetrasporangien konnte ich früher nur im Allgemeinen als zonenförmig angeben, weil sie nicht genügend entwickelt waren. Jetzt bot sich Gelegenheit, vollständig reife Exemplare zu untersuchen, welche zonenförmige, aber nur einmal getheilte Tetrasporangien enthielten, so dass dasselbe aus zwei Sporen besteht.

**Aehnliche Species.**

Meine Angaben[1]) über Aehnlichkeit mit anderen Species sind völlig aufrecht zu erhalten. Nur kann noch hinzugefügt werden, dass der Querschnitt von *L. Tamiense* immer kreisrund erscheint, während der von *L. pygmaeum* eine mehr längliche oder ovale Form zeigt. Einen besonders auffallenden Unterschied dieser beiden Species bilden die gleichmässig dicken Zweige von *L. pygmaeum* und die immer an der Basis stärkeren von *L. Tamiense*.

Bei oberflächlicher Beobachtung freilich kann man beide verwechseln, wie dies ein FOSLIE'sches Citat zeigt.

Vorkommen: Tami-Inseln im Huongolf bei Kaiser-Wilhelmsland (Deutsch-Neu-Guinea). August 1898. Coll. BAMLER.

---

1) HEYDRICH, Neue Kalkalgen aus Kaiser-Wilhelmsland. Bibl. Botan., 41, S. 3.

2) FOSLIE, Rev. Syst. Surv. of Melob. K. Norske Vid. Selsk. Skr. 1900, N. S., S. 16.

### Schlussbemerkung.

Leider konnten Prokarpien bei diesen Species noch nicht nachgewiesen werden, weshalb dieselben als *Lithophyllum* resp. *Lithothamnion* so lange geführt werden müssen, bis diese Organe genau bekannt sind.

---

## 50. F. Heydrich: Die Entwickelungsgeschichte des Corallineen-Genus Perispermum Heydrich.

Mit 3 Holzschnitten.

Eingegangen am 22. Juni 1901.

In meiner Arbeit „Weiterer Ausbau des Corallineensystems“[1]), S. 316, war auf eine neue Lithothamnienspecies aufmerksam gemacht, welche zuerst in HEYDRICH, Neue Kalkalgen von Deutsch Neu-Guinea[2]) erwähnt wurde; indessen konnte damals wegen zu geringfügigen Materials eine eingehende Darstellung nicht geboten werden.

Jetzt befinde ich mich in der glücklichen Lage, Näheres hierüber berichten zu können, nachdem mir reicheres Material aus derselben Quelle wie damals zugeflossen ist.

Ueber das neue Genus bemerke ich Folgendes: Nachdem zuerst durch Abtrennung der Thalli und Tetrasporangien[3]) feste Abtheilungen geschaffen werden, konnten, wie in den betreffenden Arbeiten erläutert, *Sporolithon*[4]), *Eleutherospora*[5]) und *Sphaeranthera*[6]) auf Grund der Geschlechtsorgane gut abgegrenzt werden.

In der gegenwärtigen Arbeit soll die Aufstellung des neuen Genus *Perispermum* begründet werden, welches besonders auf dem Bau des Prokarps und auf der Stellung der männlichen Organe gegenüber den weiblichen beruht. Die Diagnose des Genus würde folgendermassen lauten:

---

1) Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1900, S. 310—317.

2) Bibl. Botan. 1897, Heft 41, S. 7: *Lithothamnion* sp. *I.* In der Beschreibung ist ein Druckfehler zu verbessern: statt „Sprossen von 6—7 *m* Dicke“ muss es heissen „von 6—7 *mm* Breite“.

3) HEYDRICH, *Melobesiae.* Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1897, S. 403.

4) HEYDRICH, Die weiblichen Conceptakel von *Sporolithon.* Bibl. Botan.

5) HEYDRICH, Die Lithothamnien von Helgoland.

6) HEYDRICH, Das Corallineen-Genus *Sphaeranthera* Heydr. Mitth. zool. Stat. zu Neapel, 14, 1901, S. 586—619. 1 Taf.

## Perispermum Heydrich.

Thallus verkalkt mit Basalscheibe und diese mittelst Rhizoidenschicht, welche nicht in das Gewebe des Wirthes eindringt, angeheftet, aus vielen Zelllagen bestehend und nicht gegliedert. Tetrasporangien und Sexualorgane in Conceptakeln. Carpogonium und Auxiliarzelle an einem Zellfaden terminal über einander. Auxiliarzelle wird zum ein- oder mehrsporigen Gonimoblasten. Männliche Organe rings um die weiblichen in demselben Conceptakel.

## Perispermum hermaphroditum sp. nov.

### Habitus.

Wie bei fast sämmtlichen *Melobesieae*, so haftet auch hier die junge aus der Spore hervorgegangene Pflanze mittelst einer krustenförmigen Ausdehnung von kaum 6—8 *mm* Durchmesser und $^1/_4$ *mm* Stärke an verschiedenen Corallenzweigen, mit Vorliebe die Spitzen wählend. Auf dieser Primärkruste, die eigenthümlicher Weise nicht coaxiläre. sondern vollständig gerade Zellreihen besitzt, erheben sich Zweige, welche Anfangs 3—5 *mm* hoch, 5—8 *mm* breit und $^1/_2$ *mm* dick sind (im Allgemeinen also breiter als hoch), und den Eindruck eines ganzrandigen, kleinen Fächers hervorrufen. Im Laufe der weiteren Entwickelung vergrössern sich diese ein Wenig hin- und hergebogenen Erhebungen bis zu einer Höhe von 10—12 *mm* und einer Breite von 10—20 *mm*, dabei kaum mehr als 1 *mm* an Stärke zunehmend. Während dieser Zeit theilt sich der bisher ganzrandige obere Theil in 5—20 Spitzen von 5 *mm* Höhe und 1 *mm* Dicke, etwa 1—1$^1/_2$ *mm* Zwischenraum belassend, so dass diese Erhebungen den Eindruck kleiner Hahnenkämme hervorrufen.

Nun tritt eine immerhin eigenthümliche und wenig beobachtete Erscheinung ein: dieses Verzweigungssystem wechselt in der Regel zweimal ab, d. h. die Anfangs ganzrandigen, fächerförmigen Erhebungen tragen einmal cylindrische Zweiglein, und jedes dieser cylindrischen Zweiglein trägt wiederum eine ganzrandige fächerförmige Verbreiterung, die dann wie ein gestieltes fächerartiges Blättchen erscheint.

Vergegenwärtigt man sich nunmehr nochmals dieses ganze Verzweigungssystem, so bestehen die jüngeren, 2—3 *cm* im Durchmesser betragenden Exemplare anfangs etwa aus 8—10 fächerförmigen Sprossen; da aber jede derselben, wie soeben berichtet, 5—20 cylindrische Spitzen zu erzeugen im Stande ist, so trägt ein 6—7 *cm* grosses Exemplar mehrere Hundert solcher Spitzen und Spitzchen. Daher zeigt in diesem Augenblick die Pflanze mehr den Habitus von *Lithophyllum byssoides*, d. h. die Spitzen stehen alle frei von einander. Eigenthümlicher Weise bleiben die Sprossungen der Peripherie meist geschlossen fächerartig.

Sobald aber die weitere Entwickelung fortschreitet, trägt jede der hundert Spitzchen eine 5 *mm* breite, 5 *mm* hohe und 1 *mm* dicke Verbreiterung, wodurch der ganze Habitus der Pflanze plötzlich verändert wird. Denn während vorher die cylindrischen Spitzchen sich nirgends berührten, stehen die kleinen Fächerchen nunmehr so dicht, dass sie in leichten Krümmungen dicht an einander wachsen, so den Habitus vollendend.

Eine weitere Verästelung findet nicht statt. Da aber die Basalscheibe sehr klein ist und nicht weiter sich verbreitert, brechen grössere Exemplare später ab, wodurch dann gefaltete und gefächerte flache Knollen von 8 *cm* Durchmesser und 3 *cm* Höhe entstehen, die *Lithothamnion? Peruviense* [1]) Heydrich etwas ähnlich sehen.

Diese Pflanze beweist, wie schwierig es ist, bestimmte Formen aufzustellen; denn würde mau diese Entwickelung nicht kennen, so könnte man geneigt sein, bei geringerem Vergleichsmaterial zwei Formen oder sogar zwei Species zu unterscheiden.

Eine ähnliche Verzweigung, nur viel kleiner, tritt ein bei *L. cristatum*; indessen bleiben bei diesem die einmal sich bildenden Spitzen resp. Verbreiterungen in jedem Exemplar erhalten und wechseln nicht.

Die Farbe der getrockneten Exemplare ist gelblich weiss; im lebenden Zustande erscheint die Pflanze mattrosa.

**Bau des Thallus.**

Auch hier besitzt der Thallus, wie bereits früher hervorgehoben, einen weicheren Charakter gegenüber dem festeren, steinigeren der Species kälterer Zonen; er lässt sich daher entkalkt vortrefflich schneiden. Der Querbruch erscheint völlig weiss. Die Haftscheibe enthält nur gerade Zellreihen ohne coaxiläres System, was besonders auffallend gegenüber den Erhebungen erscheint; denn jeder Querschnitt zeigt hier ein vollkommenes, schönes, radiäres Zellsystem, von rundlichem oder ovalem oder länglichem Umfang, je nach Beschaffenheit der Aeste. Im Längsschnitt tritt aber besonders auffallend die fächerförmige Stellung der Zellschichten hervor, die in regelmässig scharf abwechselnden Reihen den Thallus durchziehen. Die einzelnen Zellen seines central gelegenen Fadens wechseln mit kurzen von 14 $\mu$ Breite und 20 $\mu$ Länge und langen, von gleichfalls 14 $\mu$ Breite, aber 40 $\mu$ Länge regelmässig ab. Nach der Peripherie zu bleiben sie sich dann in der Grösse gleich. Die oberen Zellen enthalten 1—3 längliche, kaum 2 $\mu$ grosse Chromatophoren; dagegen schliessen die langen mittleren Zellen bis 80 kleine, kaum $^1/_8$ $\mu$ grosse Chromatophoren ein.

1) Heydrich, Die Lithothamnien des Muséum d'histoire naturelle in Paris. Engler's Botan. Jahrb. 1900, Bd. 28, S. 545, Taf. XI, Fig. 5.

**Die Tetrasporangien.**

Die Tetrasporangien dieser Species sind in Conceptakel mit einer Oeffnung gebettet. Die junge, in voller Entwickelung begriffene Conceptakelhöhle liegt unter der Cuticula, die Decke dagegen ragt als kleine, flache Wölbung über die Oberfläche hinweg. Durch Nachwachsen der Zellen kommen schliesslich die dann aber meist schon leeren Höhlen ein klein wenig tiefer in den Thallus, jedoch nur so weit, dass sie mehr oder weniger in einer Linie unter der Oberfläche zu liegen kommen. Ueber einander sind sie selten anzutreffen.

Auffallend und recht bezeichnend ist die Vertheilung der Conceptakel auf nur einer Seite der Erhebungen und zwar meist auf der Rückseite, also mehr nach dem Substrat zu. Stehen die Blättchen aufrecht, dann befinden sich die Conceptakel immer auf der äusseren Seite der gemeinsamen Thallusknolle. Noch wäre hervorzuheben, dass sie sehr regelmässig und ziemlich dicht auf dem Thallus vertheilt sind und nur eine kaum 1 *mm* breite Randzone frei lassen.

Die Grösse des Conceptakels beträgt 400 $\mu$, die Höhe etwa 90 $\mu$. Die kurzen und dicken, viermal zonenförmig getheilten Tetrasporangien sind 80 $\mu$ lang und 32 $\mu$ breit. Die Tetrasporangienhöhlen sind durch eine mehr ovalkugelige Gestalt gegenüber den ganz flachen und lang gestreckten Höhlen der Geschlechtsorgane scharf gekennzeichnet und mittelst Lupe leicht zu bestimmen.

**Keimung der Tetraspore.**

Des Oefteren wurde in letzter Zeit auf den Keimungsprocess der Corallinaceensporen hingewiesen[1]), so dass es vielleicht überflüssig erscheinen könnte, nochmals diesen Vorgang näher zu beleuchten; allein bisher konnte nur das Verhalten der Spore nach vollendeter Theilung erörtert werden. Die vorliegende Pflanze aber beherbergte in ihrem Innern eine grosse Menge der verschiedensten Entwickelungsstufen, die sich so unmittelbar an die vortrefflichen Darstellungen von Thuret und Bornet[2]) anschliessen, dass ein näheres Daraufeingehen angemessen erscheint.

Zunächst wird die reife Spore abgerundet und umgiebt sich mit einer dicken Membran, wie in dem soeben citirten Werke von *Gracilaria confervoides* (Taf. 40, Fig. 10), *Polyides rotundus* (Taf. 39, Fig. 32) und *Jania rubens* (Taf. 51, Fig. 21) gezeigt wird.

Dann theilt sich die Spore durch eine Querwand, welche durch die Mitte geht, in zwei gleiche Hälften (siehe Fig. 1). Aber so wie

1) Für *Eleutherospora:* Heydrich, Lithothamnien von Helgoland. — Für *Sphaeranthera:* Heydrich, Das Corallinaceengenus *Sphaeranthera* Heydr. Mitth. zool. Stat. zu Neapel 1901, S. 14.

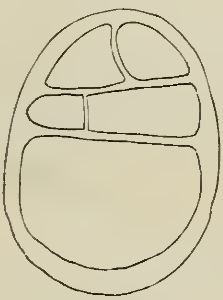
2) Thuret et Bornet, Etudes phycologiques. Paris 1878.

in jenen Figuren bei THURET-BORNET die weitere Theilung in diesen beiden Hälften in verschiedener Weise vor sich geht, so geschieht dies auch bei der Tetraspore von *Perispermum.* Zunächst bleibt die eine Hälfte — und dies ist aus später zu erörternden Gründen die basale Seite — eine Zeit lang ungetheilt, während die andere sich durch ein bis vier schräge und fächerförmig gestellte Wandungen in meist 2 bis 5 Dreiecke sondert, wie dies Fig. 1 und 2 darstellt.

Dabei folgt sie in mehr oder weniger scharfer Weise dem SACHS'schen[1]) Lehrsatz von der rechtwinkligen Schneidung des Urmeristems.

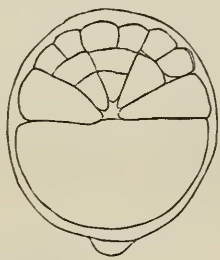
Beobachtet man die Spore von der Seite, wie Fig. 1 sie darstellt, so erblickt man anfangs meist eine Querwand, welche die obere Hälfte der Spore in zwei spitzwinklige Dreiecke theilt, deren Winkel einen Ursprungspunkt haben, was eben aus Fig. 1 deutlich hervorgeht, so dass zwei Dreiecke mit je zwei fast gleich langen und einer

Fig. 1.



Erste Phase
der keimenden Tetraspore.

Fig. 2.



Weiteres Stadium
der keimenden Tetraspore
(600 : 1).

kürzeren Seite entstehen. Diese beiden Dreiecke werden nun ihrerseits wieder durch eine oder zwei Querwände getrennt, die auf einer langen Seite des Dreiecks, weil der jüngsten, senkrecht stehen. Lagen also die spitzen Winkel dieser Dreiecke links vom Beschauer, so wird man jetzt auch links zwei kleinere Dreiecke und rechts zwei Vierecke mit annähernd rechten Winkeln als Resultate der zweiten Theilung erblicken. Nun wird aber die Trennung der oberen Sporenzelle nicht bloss durch eine Querwand, sondern, wie oben gesagt, durch drei oder vier bewirkt; betrachtet man daher eine solche Spore von vorn, so kommen nicht nur zwei, sondern, z. B. bei vier Wänden, fünf spitzwinklige Dreiecke zu Stande, deren spitze Winkel natürlich nun bei der veränderten Lage der Spore nicht mehr rechts oder links liegen, sondern im Centrum der ganzen Spore zusammentreffen, wie dies

1) SACHS, Ueber die Anordnung der Zellen in den jüngsten Pflanzentheilen I. Sep.-Abdr. der Verh. der phys.-med. Gesellschaft 1877 und in Arbeiten des botan. Instituts zu Würzburg 1882.

Fig. 2 zu veranschaulichen sucht. Man erblickt dann vom Centrum aus fünf kleine Dreiecke und fünf Rechtecke. Diese letzteren werden nunmehr ihrerseits wiederum so getheilt, dass die neue Trennungswand senkrecht zur Peripherie der Spore steht, wie aus Fig. 2 deutlich hervorgeht. Man vergleiche hierzu auch die Fig. 32 der Tafel 39 und die Fig. 21 und 22 der Tafel 51 bei Thuret-Bornet.

Die jungen Zellen der oberen Hälfte der Tetraspore nehmen also in dieser Ansicht (Fig. 2) und in diesem Augenblick eine vollständige fächerförmige Stellung ein. Die peripherischen Zellen dieses Fächers durchbrechen alsbald die gemeinschaftliche Zellhaut der Tetraspore; auf diese Weise entsteht die erste Schicht der vegetativen Zellreihen. Selbstredend kommen verschiedentlich Abweichungen von dieser Art der Zelltheilung vor; so z. B. können die Spitzen der Dreiecke in entgegengesetzter Richtung liegen, oder es kommt zu keiner Dreiecks-, sondern zu einer Rechtecksbildung. Immer aber zeigt die keimende Spore das Bestreben, ihre eine Hälfte schneller sich theilen zu lassen als die andere: die erstere wird die zukünftige Oberfläche, die andere die spätere Rhizoidenschicht, die sich dann auf ähnliche Weise theilt wie die erstere. In fünf Fällen konnte ich eine uhrglasförmige Ausstülpung der gemeinsamen Membran beobachten, die allem Anschein nach den Zweck hat, die Spore vor dem Keimprocess am Substrat zu befestigen.

**Die Geschlechtsorgane.** (Siehe Fig. 3).

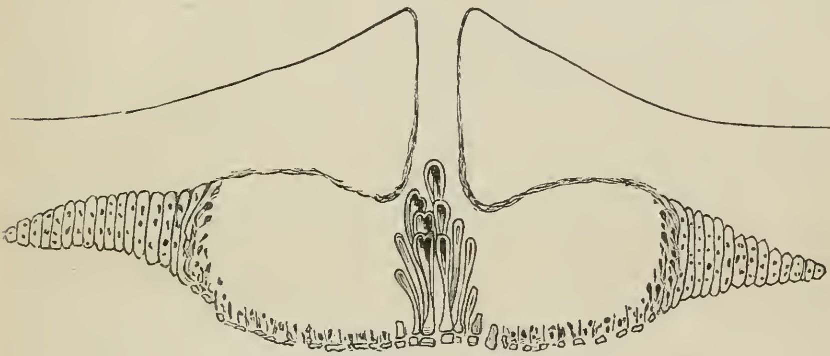
Die Geschlechtsorgane entstehen in einem gemeinschaftlichen Conceptakel, welches, von oben gesehen, nach der Grösse dem der Tetrasporangien gleicht. Die inneren Grössenverhältnisse sind aber ganz andere. Denn während das Tetrasporangien-Conceptakel als scharf begrenzte, ovale Höhle erscheint, besteht das der Geschlechtsorgane, wie schon bei Lupenvergrösserung ersichtlich ist, nur aus einem flachen Riss, der ziemlich dicht unter der Oberfläche gelegen ist. Durch diesen Umstand fällt es aussergewöhnlich leicht, ungeschlechtliche Exemplare von den geschlechtlichen zu trennen.

Die Entwickelung eines geschlechtlichen Conceptakels beginnt mit der Streckung eines rundlichen Complexes von etwa 2000 Zellen, 10 bis 15 Zellreihen unter der Cuticula, wovon ungefähr der grössere Theil der Mitte auf das Achtfache seiner anfänglichen Länge ausgedehnt wird, bis die meisten 12 $\mu$ Breite und 80—90 $\mu$ Länge besitzen, während sie nach der Peripherie zu kürzer werden. Diese Entwickelung ist also durchaus verschieden von der des weiblichen Conceptakels in *Sphaeranthera* Heydrich[1]).

1) Heydrich, Das Corallineen-Genus *Sphaeranthera* Heydr. Mitth. zool. Stat. Neapel 1901, 14, S. 586—619.

Im Laufe dieser Zellstreckung geht aber im Centrum der ganzen Anlage eine grosse Veränderung vor; denn während die übrigen Zellen noch geraume Zeit in ihrer Verbindung verbleiben, löst sich diese Verbindung bei einer centralen Gruppe von etwa 20 schnell auf. Diese bringen ausschliesslich weibliche Organe hervor, die übrige grosse Zahl erzeugt sämmtlich nur männliche Zellen. Die numerische Ueberlegenheit der männlichen Organe gegenüber den weiblichen ist daher eine ausserordentlich grosse und lässt sich ungefähr durch das Zahlenverhältniss 2000 : 20 ausdrücken. Sobald man diese Verschiedenheit erkennen kann, erscheint das Conceptakel im Längsschnitt als eine flache Höhle von 200—280 $\mu$ Durchmesser mit wenig über die Cuticula erhobenem, spitzen Porus (siehe Fig. 3).

Fig. 3.



Längsschnitt durch ein hermaphroditisches Conceptakel (230 : 1).

**Das weibliche Organ.** (Siehe hierzu Fig. 3.)

Die soeben erwähnten 20 Zellen des Centrums, welche die Prokarpien hervorzubringen im Stande sind, zeigen anfangs und unmittelbar nachdem die organische Verbindung mit den über ihnen liegenden verloren gegangen ist, eine längliche, nach unten spitz zulaufende Form. Der Rest der 20 Zellfäden, welcher über den Zellen noch eine kurze Zeit sich erhält, bildet später durch Auflösung den Porus des Conceptakels.

Somit besteht das Prokarp vor der Befruchtung aus einer einzigen oberhalb zugespitzten Zelle [etwa von der Form des Carpogonium mit Trichogyn von *Corallina rubens* nach SOLMS[1])] und sitzt direct auf der rundlichen hypogynen Zelle.

Nach der Befruchtung wird der bauchförmige Theil des Prokarps mittelst eines länglichen Pfropfens, wie bei *Batrachospermum moniliforme*, in eine wasserhelle Zelle abgegrenzt, die zur Auxiliar-

1) SOLMS in ENGLER und PRANTL, Die natürlichen Pflanzenfamilien. I. Theil, 2. Abth., S. 543, Fig. 288 *B*.

zelle erhoben wird. Vor der Befruchtung erweckt die ganze procarpiale Zelle den Eindruck einer solchen von *Batrachospermum moniliforme*, *Chantransia corymbifera* oder *Nemaliom multifidum*, aber wegen des besonderen Verhaltens der hellen, unteren Zelle und des eigentlichen Carpogoniums sehe ich die Zelle als eine besonders ausgebildete Auxiliarzelle an. Man vergleiche hier z. B. die SCHMITZ-sche Figur 201c zu *Batrachospermum.*[1]) Dort hat SCHMITZ denjenigen Theil des Prokarps, der zwischen *c* = Carpogonium und *Tr* = Trichogyn liegt, zwar hell gelassen, aber scharf abgegrenzt. Nach wiederholten Tinctionsversuchen an frischem Material habe ich gefunden, dass das Prokarp dieser Pflanze nach der Befruchtung aus drei vollständig getrennten, durch Tingiren nachweisbaren Theilen besteht, und zwar: bleibt das Trichogyn und der mit *c* bezeichnete Theil der SCHMITZ'schen Figur hell, hingegen wird der mittlere, eingebuchtete und verschmälerte Theil scharf gefärbt.

Einer ähnlichen Erscheinung begegnet man, wie ich schon hervorgehoben, bei dem Prokarp von *Eleutherospora*[2]). Dort ist in diesem Entwickelungszustand das Prokarp stark tinctionsfähig, Auxiliarzelle und Trichogyn widerstehen der Färbung.

Wollte man diese abgetrennte Zelle nicht als Auxiliarzelle auffassen, so würde das Carpogonium von *Perispermum* direct den Gonimoblasten erzeugen, was bisher von den *Nemalionales* angenommen wurde. Jedenfalls ist die Zusammensetzung des weiblichen Organs bei *Perispermum* noch einfacher als bei *Eleutherospora* und *Stichospora*, und der Unterschied des ersteren gegenüber den beiden letzteren besteht hauptsächlich darin, dass die Auxiliarzelle von *Eleutherospora* und *Stichospora* vor der Befruchtung bereits vorhanden ist, während sie bei *Perispermum* erst nach der Befruchtung abgegrenzt wird.

Der weitere Verlauf der Gonimoblastbildung ist folgender. Unmittelbar nachdem der untere Theil des Carpogoniums als Auxiliarzelle sich abgegliedert hat, verlängert sich diese bis fast an den Porus in Form eines etwa 60—80 $\mu$ langen dünnen Fadens, welcher an seinem oberen Ende eine keulig verdickte Zelle trägt, die zum zweisporigen Gonimoblasten nach und nach heranreift. (Fig. 3.)

Die Sporen sind birnenförmig, 12 $\mu$ dick und 16 $\mu$ lang. Da der Gonimoblast bis in den Porus hineinragt, so ist es leicht erklärlich, dass reife Sporen selten im Conceptakel angetroffen werden.

Sehen wir uns aber in Bezug auf die eigenthümliche Gestaltung dieses Gonimoblasten nach ähnlichen Verhältnissen in der Litteratur

1) Engler und Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien. I. Th. II. Abth S. 330.

2) Heydrich, Die Lithothamnien von Helgoland. Taf. II, Fig 8—10.

um, so finden wir, dass der **einzelne** Gonimoblastfaden (das Ganze ist bekanntlich aus einem Bündel solcher Fäden zusammengesetzt[1]) von *Liagora*, *Trichogloea* oder *Helminthora* dieselben Eigenschaften, wie ein Gonimoblast von *Perispermum* besitzt.

## Das männliche Organ.

(Siehe Fig. 3.)

Wie bereits oben hervorgehoben, beginnt die Entwickelung eines Conceptakels mit der Streckung eines rundlichen Complexes von etwa 2000 Zellen. Im Centrum lagern die soeben beschriebenen 20 weiblichen Organe und rings herum die männlichen (Fig. 3). Die Entstehung der Spermatozoiden konnte hier ziemlich ausführlich von Beginn an beobachtet werden. Mit der Streckung jener etwa 2000 Zellen geht natürlich eine solche des Plasmas Hand in Hand, so dass der Schlauch als dünner, zarter Faden in der Nähe der Zellwand gelagert erscheint. Nun scheint das Streckungsvermögen der Zellmembranen, welche Anfangs nur etwa 16 $\mu$ lang sind, immerhin ein sehr begrenztes zu sein, denn mehr als das Vierfache ihrer ursprünglichen Länge vermögen sie sich nicht auszudehnen. In Folge dessen zerreissen sie und befreien so den Protoplasmaschlauch, der dann auf der Spitze das Spermakörnchen trägt. Die in der Nähe des weiblichen Organs und mehr central gelagerten Zellen strecken sich nicht so lang, wie die peripherischen, weshalb die Spermatien der Conceptakelbasis unmittelbar den Boden bedecken, während die der Peripherie langgestielt sind und nach erlangter Reife auch nur mit kurzen Cilien bewaffnet entweichen.

Noch mehr als diese im Centrum und in der bogenförmigen Peripherie gelagerten männlichen Zellen sind die noch weiter auswärts gelegenen geeignet, Aufschlüsse über die Entstehung der Spermatien zu geben. Es war vorher mitgetheilt worden, dass die geschlechtlichen Conceptakel, mittelst Lupenvergrösserung betrachtet, wie ein Schlitz erscheinen. Dies hat seinen Grund darin, dass die Zellen der Peripherie immer kürzer werden, bis sie dann völlig den kleinen Thalluszellen gleichen.

Aus diesen peripherischen Zellen (Fig. 3) kann man die Entwickelung der Spermatien leicht verfolgen. Zunächst erkennt man, dass statt des sich ablösenden freien Chromatophors mehrere kleine keulige Verdickungen vom wandständigen Plasmaschlauch aus in das Innere der Zelle sich abgrenzen. (Also ein Mittelstadium zwischen freiem Sperma und im Protaplasmaschlauch hängenden Chromatophor.) Dann wieder trifft man Chromatophoren mit langgeschwänzten

1) Schmitz in Engler und Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien. I. Th., 2. Abth., S. 333, Fig. 203 B, F, G.

Körnchen und schliesslich solche mit kurzen Cilien, wie das Spermakörnchen selbst, aber immer noch innerhalb der peripherischen Zelle des Conceptakels.

Das Endergebniss dieser Untersuchungen gipfelt in der Thatsache, dass hier ein vollkommen hermaphroditisches Conceptakel vorliegt, in welchem, wie überall im Pflanzenreiche, die männliche Energiden an Zahl den weiblichen weit überlegen ist.

Man könnte hier in Versuchung kommen, den Charakter dieser Floridee entsprechend der 13. LINNÉ'schen Klasse in folgende kurze diagnostische Phrase zusammenzufassen: *Polyandria Polygynia.* 20 und mehr freie Staubgefässe auf dem Blüthenboden einer Zwitterblüthe mit mehr als 5 Stempeln.

### Aehnliche Species.

Bei der immer mehr anwachsenden Anzahl der beschriebenen Corallinaceenspecies ist es unbedingt nothwendig, ausser dem Habitus Zellen und Früchte zur sicheren Bestimmung zu Hülfe zu nehmen. Nun enthalten leider die Diagnosen vieler Arten nur Angaben über den Habitus; in Folge dessen kommt es recht häufig vor, dass eine sichere Bestimmung erschwert wird, oder dass man sich vor die Möglichkeit gestellt sieht, eine Pflanze mit demselben Recht zu zwei oder drei Species zählen zu können. Wollte man dann die fragliche Pflanze so ohne Weiteres einer dieser Species zutheilen, so möchte dies der Botanik, als einer exacten Wissenschaft, wenig nützen, und der Autor könnte nachher in die unangenehme Lage kommen, dass die nicht beschriebenen Merkmale solcher Species mit denen der von ihm hinzugerechneten Pflanze nicht im Einklang stehen. Es ist daher jetzt unbedingt nothwendig, dass ein Autor, wenn er Prioritätsansprüche erheben will, die Diagnose nicht nur auf den Habitus beschränkt, sondern sie auch auf Zellen und Früchte ausdehnt. Thut er dies nicht, so läuft er Gefahr, unbeachtet zu bleiben. Wie nothwendig ein solches Verfahren ist, beweist die Thatsache, dass ungefähr 8—10 verschiedene Species existiren, welche den Habitus von *Stichospora racemus* (Lenn.) Heydr. besitzen.

Ebenso, wie bei dieser Species verhält es sich aber auch bei *Perispermum hermaphroditum.* Auch hier ähneln sich im Habitus und nach der Beschreibung noch folgende Arten: *L. frutescens* Fosl., *L. affine* Fosl., *L. Andrussoc* Fosl., *L. craspedium* Fosl., *L. platyphyllum* Fosl., *L. africanum* Fosl., *L. congestum* Fosl. Indessen scheiden alle bis auf drei wegen dickerer Aeste und tiefer liegender Conceptakel aus, bei den übrigen drei ist Folgendes zu bemerken:

*Goniolithon (Cladolithon) frutescens* Fosl.[1]) Diese Species wird

1) Foslie, Calcareous Algae from Funafati. S. 9.

beschrieben: „Branches repeatedly subdichotomous or irregulary divided, terete or subcompressed with rounded or truncate ends, upper branches frequently 1,5—3 *mm* thick" etc. Ferner soll diese Species im Habitus *Goniolithon moluccense* Fosl. ähnlich sein, doch wird hinzugefügt „being however coarser." Nach der weiteren Bemerkung FOSLIE's auf derselben Seite besitzt *Goniolithon moluccense* dieselben Zellen wie *Lithothamnion Tamiense;* es unterliegt somit nach dieser nachträglichen Mittheilung FOSLIE's keinem Zweifel, dass *G. moluccense* und *L. Tamiense* ein und dieselbe Pflanze ist. Da diese Pflanze nun erst nachträglich vom Autor sicher gekennzeichnet ist, so gehört nicht FOSLIE, sondern mir die Priorität, denn ich hatte zwei Jahre früher *Lithophyllum Tamiense* so ausgiebig beschrieben, dass ein Verwechseln mit einer anderen Species nicht stattfinden konnte; dies war aber bei der FOSLIE'schen ersten Beschreibung[1]) recht wohl möglich.

Was mich aber veranlasst, dies hier zu constatiren, sind die Worte: „the present species much approaches *G. moluccense* in habit" und „being however coarser", wie von *G. frutescens* gesagt worden. Hiernach muss man annehmen, dass die Zweige kräftiger (coarser) und dicker sind, als bei *L. Tamiense,* und sobald dies zutrifft, kann man *Perispermum hermaphroditum* nicht zu *G. frutescens* ziehen, da bei *Perispermum* im Gegentheil die Verzweigungen zarter sind, als bei *Lith. Tamiense.* Endlich aber besitzt unser *Perispermum* weder die regelmässigen Zellen, noch die Heterocysten, welche nach FOSLIE *G. frutescens* eigen sind.

Eine weitere Species, die hier zu erwähnen wäre, ist *Goniolithon congestum*[2]), doch sollen hier die Lappen sein „towards the blunt summit generally folded or winded." Ebenso ist der Gipfel oft „depressed in the centre." Dies kommt bei *Perispermum* nicht vor. Noch weniger trifft für *Perispermum* zu, was über die Bildung der Tetrasporangien und neuer Krusten von *Goniolithon congestum* gesagt wird.[3]) Auch ist der Standort weit verschieden.

Die dritte dem Habitus nach in diesen Formenkreis gehörige Pflanze wurde von FOSLIE als *Goniolithon platyphyllum* beschrieben.[4]) Leider wird aber hier nur eine Beschreibung des Habitus gegeben; die Zellen werden nicht berührt. Dann aber fügt der Autor hinzu, dass er diese Pflanze mit einigen Zweifeln zu *Goniolithon* rechne, mithin ist nicht annähernd festzustellen, ob dieselbe Pflanze vorliegt

1) FOSLIE, On some Lithothamnia 1897, pag. 12.

2) FOSLIE, Some new or critical Lithothamnia. K. Norske Vid. Selsk. Skr. 1898, Nr. 6, S. 13.

3) Ebenda, S. 14. „New crusts are often formed" etc.

4) Ebenda, S. 13.

wie *Perispermum*. Standort ist gleichfalls sehr getrennt wie bei der vorigen Species.

Junge Exemplare von *Perispermum* sind übrigens *Lithophyllum pygmaeum* Heydr.[1]) sehr ähnlich.

### Diagnose der Species.

Thallus halbkugelig, mittelst einer Basalscheibe von 8 *mm* Durchmesser und $^1/_4$ *mm* Dicke festgewachsen. Erhebungen 5—10 *mm* hoch, 5—20 *mm* breit, $^1/_2$—1 *mm* dick, welche abwechselnd einmal stielrunde, dann wieder fächerförmige Sprossen hervorbringen und später ziemlich dicht zusammenwachsen.

Früchte in Conceptakeln mehr auf der Rückseite der flachen Sprosse.

Tetrasporangienconceptakel 320 $\mu$ im Durchmesser und 90 $\mu$ hoch mit wenig erhobenem Porus. Tetrasporangien 80 $\mu$ lang und 32 $\mu$ dick.

Männliche Organe um die weiblichen herum in einem 200 $\mu$ im Durchmesser und 80 $\mu$ in der Höhe messenden Conceptakel mit erhobenem Porus. Spermatien einzeln abgeschnürt mit langem Schwanzende. Prokarpien aus einer Zelle bestehend, welche nach der Befruchtung den unteren Theil als Auxiliarzelle abgrenzt. Auxiliarzelle zum langgestielten, zweisporigen Gonimoblasten auswachsend. Sporen birnenförmig, 12 $\mu$ dick und 16 $\mu$ lang.

Vorkommen: Tami-Inseln am Huon-Golf in der Nordostecke von Kaiser-Wilhelmsland (Deutsch-Neu-Guinea). Coll. Bamler.

### Anhang.

Durch die mir soeben erst zugänglich gewordene Arbeit Foslie's New Melobesieae 1901 und die dortige Aufstellung S. 12 eines *Lithothamnion Farlowii* Fos. sehe ich mich veranlasst den Namen des bisher von mir als *Lithophyllum Farlowii* Heydrich (Die *Lith.* des Mus. d'histoire naturelle de Paris in Engler's Jahrb. 1901, S. 532) bezeichneten Alge in *Lithophyllum claudescens* Heydr. mscr. umzuändern, damit Verwechselungen vermieden werden.

---

1) Heydrich, Neue Kalkalgen von Deutsch-Neu-Guinea. Bibl. Bot. Heft 41, S. 3, Taf. I, Fig 8—10 und Heydrich, Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1897, S. 412.

# 51. Julius Klein: Staminodienartige Bildungen bei Dentaria bulbifera.[1])

Mit Tafel XIX.

Eingegangen am 24. Juni 1901.

Bei Gelegenheit meiner Untersuchungen über den „Bau der Cruciferen-Blüthe auf anatomischer Grundlage“[2]) habe ich auch die Blüthen von *Dentaria bulbifera* studirt und schon damals die Beobachtung gemacht, dass in gewissen Blüthen der genannten Pflanze am Grunde des Pistills beiderseits und zwar in transversaler Stellung eigenthümliche, fadenförmige Gebilde auftreten (Taf. XIX, Fig. 1), die schon nach oberflächlicher Untersuchung sich als staminodienartige Bildungen erwiesen und daher hier auch als Staminodien bezeichnet werden sollen. Damals konnte ich aber diese Beobachtung nicht weiter verfolgen; nachher untersuchte ich die Blüthen von *Dentaria bulbifera* jedes Jahr wieder, ohne die erwähnten Gebilde wieder zu finden. Erst dieses Jahr durchsuchte ich eine grosse Menge Blüthen, und so gelang es mir, genügendes Material zu sammeln, um die genannten Gebilde genauer untersuchen zu können[3]). Da ich über dieselben in der Litteratur nichts vorfand, so will ich dieselben hier kurz abhandeln.

Untersucht man die Blüthenstände der *Dentaria bulbifera* näher, so ergiebt sich, dass wenn die erwähnten Staminodien in einer Blüthe vorkommen, sie dann meist in allen Blüthen desselben Blüthenstandes zu finden sind (Taf. XIX, Fig. 2—6), höchstens fehlen sie in den obersten noch unentwickelten Blüthen. Dabei aber stimmen die einzelnen Blüthen weder in der Zahl, noch in der Grösse, noch in der Form ihrer Staminodien mit einander überein (Fig. 2—6). Gewöhnlich findet man am Grunde des Pistills rechts und links, also in transversaler Anordnung, je ein solches Staminodium (Fig. 1 und 2), doch sind dieselben nicht immer gleich (Fig. 2). Oft ist nur auf

1) Aus den Berichten der ungarischen Akademie der Wissenschaften.

2) Diese Berichte, Bd. XII, Heft 1.

3) *Dentaria bulbifera* kommt bei Budapest in den Ofener Bergen reichlich vor und wird von den Bäuerinnen gesammelt und in Strässe gebunden nach den Markthallen zum Verkaufe gebracht; so konnte ich mir von dieser Pflanze eine grosse Menge leicht verschaffen und ihre Blüthen durchsuchen. Obgleich ich nun viele hundert Exemplare untersuchte, konnte ich doch nur bei verhältnissmässig wenigen (650) Exemplaren die erwähnten Bildungen finden.

einer Seite ein solches Gebilde (Fig. 5) und manchmal sind wieder mehrere vorhanden, die dann aber sehr verschieden sein können: so erscheint eines in typischer Form, die anderen aber sind kleiner und vielleicht noch unentwickelt (Fig. 1).

Bezüglich des Ortes, wo diese Staminodien auftreten, muss ich erwähnen, dass *Dentaria* zu jenen Ceneiferen gehört, deren Blumenblätter einen Nagel haben und wo die vier längeren Staubblätter, zu zweien einander genähert, sich eng an das Pistill anschmiegen und so gleichsam in die Mediane sich stellen, dadurch zu der Ansicht Veranlassung gebend, als wären je zwei und zwei aus der Spaltung je eines Staubblattes hervorgegangen. In meiner oben citirten Arbeit habe ich solche Blüthen geschlossene genannt und dort auch gezeigt, dass die in die vier längeren Staubblätter eintretenden Gefässbündel von Anfang an diagonale Anordnung zeigen, und die vier längeren Staubblätter je einem Ganzen entsprechen. Im Uebrigen giebt es ja auch Cruciferen, wie *Crambe* und andere, bei denen die Blumenblätter unbenagelt und ausgebreitet sind, so dass eine offene Blüthe entsteht und in dieser offenen Blüthe stehen die vier längeren Staubgefässe deutlich diagonal aus einander und sind den Blumenblättern superponirt.

In den sogenannten geschlossenen Blüthen entsteht nun dadurch, dass die vier längeren Stanbblätter zu zweien gegen die Mediane zusammenschliessen, in der dazu senkrechten Richtung, also in der transversalen ein grösserer Raum, der über den kürzeren Staubblättern sich befindet, und das ist der Ort, wo die hier erwähnten Staminodien aufzutreten pflegen, so gleichsam einen zweiten zweigliedrigen Staubblattkreis andeutend (Fig. 2—4). In einem Falle fand ich wirklich an der Stelle eines Staminodiums ein vollständig ausgebildetes Staubblatt (Fig. 6), das dem kürzeren Staubblatt superponirt war, jedoch ein längeres Staubblatt war, welches man entweder für ein zum Staubblatt entwickeltes Staminodium halten kann, oder war es ein längeres Staubblatt, das in Folge gestörten Wachsthums an diesen ungewöhnlichen Ort gelangt ist. Da aber in diesem Falle die gewöhnlichen vier längeren Staubblätter vorhanden waren, so hatte diese Blüthe nun ein Staubblatt mehr. Vielleicht könnte jemand dieses Staubblatt auch aus der Spaltung eines kürzeren herleiten, und deshalb habe ich in der betreffenden Zeichnung auch den Verlauf der Gefässbündel hineingezeichnet, der da zeigt, dass hier keine Spaltung vorliegt, natürlich, wenn man unter Spaltung das versteht, was dem Sinne des Wortes entspricht.

Bezüglich der Grösse der von mir beobachteten Staminodien erwähne ich, dass dieselben in entwickelten Blüthen höchstens 5 *mm* messen, so dass sie bis zur Mitte des Stempels reichen (Fig. 1). In jungen, noch nicht geöffneten Blüthen erscheinen die Staminodien

oft so lang wie das unterhalb stehende kürzere Staubblatt, und dann reichen sie über die Mitte des Stempels hinaus, da derselbe erst später seine definitive Grösse erreicht (Fig. 5).

Von den 5 *mm* messenden Staminodien giebt es abwärts alle möglichen Grössen bis hinab zu solchen, die nur bei stärkerer Vergrösserung sichtbar werden, doch diese letzteren sind oft andere Bildungen, von denen noch weiter unten die Rede sein wird.

Bezüglich der Gestalt dieser Staminodien ist zu erwähnen, dass, wenn man von den kleinsten absieht, dieselben gewöhnlich aus einem unteren, verschmälerten Theil, dem Stiele, und aus dem oberen, verbreiterten Theil, dem Köpfchen, bestehen (Fig. 7–15). Der Stiel ist gewöhnlich am Grunde etwas verschmälert, dann hinauf zu etwas breiter und beim Uebergang in's Köpfchen wieder verschmälert.

Das Köpfchen ist keulig, ellipsoid-eiförmig, seltener kugelig oder selbst unregelmässig und an der Spitze warzenartig.

Gewöhnlich steht das Köpfchen schief zum Stiel oder ist selbst unter einem rechten Winkel dem Stiele angefügt (Fig. 15); übrigens ist es aber in seiner äusseren Ausbildung sehr verschieden: oft an einer oder mehreren Stellen eingebuchtet oder ausgehöhlt und diese Aushöhlung setzt sich in eine innere Höhlung fort. Die Höhlung ist manchmal geschlossen und doppelt, wo dann das Köpfchen aus zwei Hälften bestehend erscheint, so an die Form eines gewöhnlichen Staubblättchens erinnernd (Fig. 15).

In dem in Fig. 15 abgebildeten Falle waren in den beiden Hälften plasmatische Massen, ein grosszelliges Aussehen zeigend, wie wenn es Pollenmutterzellen wären.

Anatomisch sind die Stiele der Staminodien sehr einfach gebaut und bestehen aus gleichartigen, dünnwandigen, in der Längsrichtung etwas gestreckten, viereckigen Zellen, die einen spärlichen, farblosen Inhalt führen. In der Mitte des Stieles verläuft meist ein sehr dünnes Spiralgefäss, oft bis zur Mitte des Köpfchens (Fig. 12, 13, 15), manchmal aber ist dieses Gefäss nur an der Uebergangsstelle zwischen Stiel und Köpfchen entwickelt und steht nach unten zu mit den übrigen Gefässen der Blüthe nicht in Verbindung (Fig. 11, 14), was übrigens nur ein Entwickelungsstadium sein dürfte. Die Oberhautzellen des Stieles zeigen auf ihrer äusseren Wand gleichfalls die für die normalen Staubfäden charakteristische zarte Längsstreifung, die wie bekannt in der Runzelung der Cuticula ihren Grund hat, nur dass diese Streifung an den Stielen der Staminodien viel zarter ist und daher nur schwer bemerkt wird.

Der anatomische Bau des Köpfchens ist dagegen viel mannigfaltiger, doch ändert er sich je nach der Ausbildung desselben. In einzelnen Fällen besteht auch das Köpfchen nur aus gleichartigen,

würfeligen Zellen (Fig. 7—9), und höchstens die Zellen der oben erwähnten warzenartigen Spitze weichen etwas ab, indem sie mehr oder weniger deutlich papillär ausgebildet sind. Diese Eigenthümlichkeit hat eine gewisse Bedeutung, da wie bekannt das Connectivum der gewöhnlichen Staubblätter bei *Dentaria* als kleine Spitze über die Staubbeutel hinausragt, und die Zellen derselben sind auch etwas papillär.

In manchen Fällen aber sind die Zellen dieser warzenförmigen Spitze der Staminodien derart hervorgewölbt und zugespitzt, dass sie geradezu an die Narbenzellen erinnern. Doch darauf komme ich noch zurück.

Viel interessanter und wichtiger ist es, dass wir in dem Köpfchen der Staminodien gleichfalls solche fibröse Zellen finden, wie sie für die Wand der Staubbeutel so allgemein charakteristisch sind.

Diese fibrösen Zellen treten in dem Köpfchen der Staminodien bald nur an einzelnen Stellen und in geringer Zahl auf (Fig. 12 und 14, die stärker schraffirten Stellen), und sie sind beinahe über das ganze Köpfchen — natürlich in dessen zweiter Zellschicht, dem Endothecium — entwickelt (Fig. 15), oder wenn das Köpfchen zwei Hälften erkennen lässt, in jeder Hälfte in geringerer oder grösserer Ausdehnung.

Diese fibrösen Zellen besonders zeigen es deutlich, dass wir es hier mit staubblattartigen Gebilden zu thun haben; da aber in denselben sich niemals Blüthenstaub entwickelt, können dieselben nur als Staminodien angesehen werden.

Staminodien sind, wie bekannt, in den Blüthen verschiedener Pflanzen zu finden und sind dieselben je nach der Pflanze verschieden gebaut und auch von verschiedener Function.

Bei *Sterculia* haben sie die Form gewöhnlicher Staubblätter, deren Beutel sich auch öffnen, ohne aber Pollen zu erzeugen[1]. — Bei *Erodium* und *Linum* sind sie fadenförmige Gebilde, die mit den normalen Staubblättern alterniren. Sehr bekannt sind die eigenthümlich gebauten Staminodien von *Parnassia*, die als Nektarien functioniren. Bei *Tilia argentea* und *Triglochin* sind die Staminodien schalenförmige Blättchen, in welche der Pollen hineinfällt, um dann von dort zu geeigneter Zeit fortgetragen zu werden[2]. Und schliesslich erwähne ich noch die allbekannten Staminodien von *Nymphaea*, die den Uebergang zwischen Blumen- und Staubblättern vermitteln und je nach ihrer Stellung etwas verschieden ausgebildet sind.

In allen diesen Fällen aber sind die Staminodien normale Bestandtheile der betreffenden Blüthe und daher in jeder Blüthe der

---

1) Siehe: Baillon, Traité de botanique médicale, pag. 152, Sig. 398.
2) Siehe: Kerner, Pflanzenleben. Erste Auflage, Bd. I, S. 605 u. 606.

betreffenden Pflanze zu finden und zwar immer in derselben charakteristischen Form.

Ganz anders verhält es sich mit den in den Blüthen von *Dentaria bulbifera* gefundenen Staminodien. Dieselben sind nicht in jeder Blüthe vorhanden und zeigen nebenbei eine sehr mannigfaltige Ausbildung. Dieselben sind daher anders zu beurtheilen, und um ihre wahre Natur zu erforschen, untersuchte ich diese Gebilde noch weiter und fand, dass besonders am Grunde des Pistills schon abgeblühter Blüthen oft noch andere, von den bisher beschriebenen abweichend gebaute Bildungen auftraten, welche, wie es scheint, erst nach dem Abblühen der Blüthen entstehen, nachdem ausser dem Pistill alle übrigen Blüthentheile und selbst die oben beschriebenen Staminodien abgefallen waren. So fand ich dünne fadenförmige Gebilde, welche an ihrem Ende gar nicht oder nur schwach keulig waren und an deren Spitze die Zellen besonders auffallend hervorgewölbt waren, so dass sie ganz narbenartig aussahen (Fig. 16a). Besonders stark papillös war die Spitze jener Gebilde, die ganz nahe am Grunde des Pistills oder, was manchmal auch vorkommt, aus dem Pistill herausgewachsen waren (Fig. 1a).

Die mehr keuligen Gebilde wiesen unter ihrer narbenartigen Spitze eine unregelmässige Oeffnung auf, die in eine im Innern des Köpfchens befindliche Höhlung führt, so ein primitives Pistill vorstellend. In der Wand dieser Gebilde fanden sich nichts desto weniger oft auch die für die Staubblätter charakteristischen fibrösen Zellen, wenn auch nur in geringer Ausdehnung (Fig. 17).

Diese Gebilde wären also einigermassen combinirte Bildungen, da sie einerseits mit ihrer papillösen Spitze und der inneren Höhlung an Pistille erinnern und andererseits wegen der fibrösen Zellen auch Staubblattnatur verrathen.

Nach unserer jetzigen materialistischen Auffassung über die äussere Gestaltung des Pflanzenkörpers kamen wir bezüglich der Entstehung der hier beschriebenen Gebilde zu folgender Erklärung. Dieselben entstehen, wie erwähnt, zwischen den Staubblättern und dem Pistill, also an einem Orte, wo wir die für Staubblätter und Pistille nöthigen Bildungsstoffe annehmen müssen und daher sehen wir, dass diese Gebilde je nach ihrer Entstehungsart, theils mehr Staubblattnatur, theils aber mehr Pistillnatur zeigen, ja in einzelnen Fällen selbst beide Naturen in sich vereinigen (Fig. 17).

Manchmal findet man am Grunde des Pistills schon abgeblühter Blüthen noch ganz andere Gebilde, die an ihrem verbreiterten Ende unregelmässig gelappt sind und welche in ihrem Bau weder an Staubblätter, noch an Pistille erinnern (Fig. 16b).

Während nun der eigenthümliche Bau der hier beschriebenen Gebilde aus dem Orte, wo sie entstehen, abgeleitet werden kann,

ist es dagegen eine andere Frage, was die Ursache ihrer Entstehung ist. Die Antwort darauf finden wir in der biologischen Eigenthümlichkeit von *Dentaria bulbifera*, die auch im Namen zum Ausdruck kommt.

Diesbezüglich will ich hier vorausschicken, was KERNER[1]) über *Dentaria bulbifera* sagt: „Der Pollen gelangt bei ihr nur durch Mithilfe der Insecten auf die Narbe, und nur dann, wenn diese Thiere die Blüthen besuchen, kommt es zur Bildung von Früchten. Sie wächst theils in jungen Buchengehölzen und in der Nähe des sonnigen Waldrandes, wo sich Insecten mit Vorliebe herumtreiben, aber auch noch im Hochwalde, der sich im Laufe der Zeit aus den jungen Gehölzen herausgebildet hat und in dessen tiefschattigem, lichtarmem Grunde die Bienen, Hummeln, Fliegen und Falter nur selten Einkehr halten.

Im Jungwald und unfern vom Saume des Gehölzes entwickeln sich aus den von Fliegen und Bienen befruchteten Blüthen allenthalben Schotenfrüchte; in der einsamen Tiefe des Hochwaldes dagegen blühen und verblühen die meisten Doldentrauben, ohne von Insecten besucht worden zu sein. Die Mehrzahl der Fruchtanlagen verkümmert dort, welkt, fällt ab und nur selten kommt eine oder die andere samentragende Schote zur Ausbildung.

In dem Masse aber, als die Fruchtbildung beschränkt ist, erscheint die Bildung von Ablegern gefördert[2]); in den Blattachseln wachsen grosse, zwiebelförmige Knospen heran, welche sich, sobald der Hochsommer kommt, von der vergilbenden Pflanze ablösen, von dem im Winde schwankenden Stengel weggeschleudert werden, auf den feuchten Boden des Laubwaldes gelangen, alsbald anwurzeln und zu unterirdisch kriechenden Rhizomen heranwachsen. An den schattigsten Stellen des Waldes trifft man auch Stöcke, welche selbst an der Spitze des Stengels keine Blüthen entwickeln und daher nur auf die Vermehrung durch Ableger angewiesen sind.“

Die von mir gesammelten Exemplare der *Dentaria bulbifera*, an denen die hier beschriebenen Bildungen vorkamen, entwickelten gleichfalls keine Schoten, nach dem Abblühen fielen die Pistille entweder gleich herab, oder sie blieben klein; in ihrem Innern waren entweder überhaupt keine Samenanlagen, oder dieselben blieben klein und zeigten nicht jene Veränderungen, welche als die Folgen der Be-

1) KERNER, Pflanzenleben. Erste Auflage, Bd. II, S. 455.

2) Nichts desto weniger werden auch an fruchtenden Exemplaren Brutknospen erzeugt; so liegt mir ein Exemplar von *Dentaria bulbifera* vor, das sieben wohlentwickelte Schoten trägt und dabei dennoch auch recht grosse Brutknospen hat. Dieselben sind eben eigenthümliche Bildungen der *Dentaria bulbifera*, welche, wie es scheint, sich hier immer bilden; sie sind der Pflanze vom Nutzen und deshalb hat sich ihr Auftreten im Laufe der Zeit stabilisirt.

stäubung und Befruchtung nach dem Verblühen sich an ihnen einzustellen pflegen und die Zeichen der begonnenen Samenbildung sind.

Diese Exemplare der *Dentaria bulbifera* mussten daher wahrscheinlich gleichfalls an schattigen Orten gestanden haben, wo die Bestäubung in Folge Mangels von Insecten ausblieb und daher auch keine Schoten sich ausbildeten; statt dessen entstanden aber die hier beschriebenen Gebilde. In den Blüthen wurden nämlich die für die Samenbildung bestimmten Stoffe — in Folge der unterbliebenen Bestäubung — nicht verbraucht, und so wurden sie für diese Gebilde verwendet. Dieselben sind also eventuell entstehende, adventive Bildungen, welche mit der Samenbildung in Zusammenhang stehen und so einen neueren Fall jener Correlationen abgeben, die in der Gestaltung des Pflanzenkörpers eine so grosse Rolle spielen. Da der Pflanzenkörper mit allen seinen Theilen ein organisches Ganze bildet, so ruft das Ausbleiben eines Theiles die Entstehung eines anderen hervor. Denn die Pflanze trachtet die einmal erworbenen plastischen Stoffe unbedingt auf irgend eine Art zu verwenden, und wenn sie die für einen bewussten Zweck bestimmten Stoffe dafür nicht aufbrauchen kann, so benutzt sie diese Stoffe zur Hervorbringung neuer Bildungen.

Von den hierher gehörigen Fällen ist unter anderem *Rhus Cotinus* ein allgemein bekanntes Beispiel, wo an denjenigen Blüthenstielen, die keine Früchte tragen, nach dem Abblühen sich reichlich Haare bilden, so zu der Bezeichnung „Perrückenstrauch" Anlass gebend.

Aehnlich ist es nun in den Blüthen der *Dentaria bulbifera*. An im Schatten stehenden Exemplaren unterbleibt die Bestäubung und so entstehen keine Früchte; die dazu bestimmt gewesenen Stoffe werden zur Bildung der hier beschriebenen Gebilde aufgewendet.

An sonnigen Stellen wachsende Exemplare werden bestäubt, sie erzeugen daher auch Früchte, und so bleibt kein Stoff übrig zur Bildung anderer adventiver Gebilde. Nach diesem ist es nun auch verständlich, warum man die hier beschriebenen Gebilde nicht in jeder Blüthe und nicht an jedem Stocke findet und nicht immer in derselben Ausbildung, denn das hängt ja davon ab, ob Samenbildung eintritt, dann von der Menge der zu ihrer Bildung zur Verfügung stehenden Stoffe und gewiss auch von anderen Umständen.

Die hier beschriebenen Gebilde sind natürlich für die betreffende Blüthe von keiner Bedeutung und sind nur neue Beweise dafür, dass die Natur bei der Ausgestaltung des Pflanzenkörpers oft in ganz eigenthümlicher Art vorgeht und mit ihren verschiedenen Bildungen zu einer unerschöpflichen Quelle für wissenschaftliche Beobachtung und Forschung wird.

Budapest (Polytechnikum), Ende Juni 1901.

**Erklärung der Abbildungen.**

Fig. 1. Eine abgeblühte Blüthe von *Dentaria bulbifera*, am Grunde des Pistills 2 Staminodien std und andere fadenförmige Gebilde, die bei *a*, *a* eine narbenartige, papillöse Spitze haben: *n*, *n* Nektarien, *p* Pistill.

„ 2—6. Blüthen eines Blüthenstandes, an denen nur die beiden kürzeren Staubblätter und das Pistill belassen wurden, die verschiedene Ausbildung der Staminodien zeigend; in Fig. 6 an Stelle des Staminodiums ein normales Staubblatt.

„ 7—15. Staminodien in verschiedener Ausbildung. Die dunkler gehaltenen Stellen im Köpfchen deuten die fibrösen Zellen an.

„ 16. Am Grunde des Pistills entstandene Gebilde; *a* mit papillöser, narbenartiger Spitze; *b* von anderer, abweichender Ausbildung.

„ 17. Staminodien mit deutlich narbenartigem Ende, innerer Höhlung und an der schraffirten Stelle fibröse Zellen zeigend.

---

## 52. Arthur Meyer: Ueber Chlamydosporen und über sich mit Jod blau färbende Zellmembranen bei den Bacterien.

Mit Tafel XX.

Eingegangen am 25. Juni 1901.

In meiner Abhandlung „Ueber Geisseln, Reservestoffe, Kerne und Sporenbildung der Bacterien“ (Flora 1899, S. 462) habe ich auf S. 462 auseinander gesetzt, was ich unter Gemmen, Oidien, Schwärmoidien und Chlamydosporen verstehe. Ich zeigte dann, dass als das phylogenetisch primäre Vegetationsorgan der Gattung *Bacillus* der Zellfaden aufzufassen sei und dass die schwärmenden Stäbchen als Schwärmoidien zu bezeichnen seien. Die Frage, ob die Bacterien Chlamydosporen besitzen, also Reihengemmen, welche morphologisch mehr als Dauerform ausgebildet erscheinen, ist in letzter Zeit völlig verneint worden. Die Angabe VAN TIEGHEM's (Ann. des sciences natur., Sér. VI, T. VII, 1878, p. 180, und Traité de botanique, II. Aufl., 1891, S. 1206) über *Leuconostoc* sprechen nicht sicher dafür, dass bei dieser Species Chlamydosporen vorkommen, und auch alle anderen „Arthrosporen“ DE BARY's können keinen Anspruch auf den Namen Chlamydosporen machen.

Dennoch scheint es mir fast, als ob manche Arten der Gattung *Bacillus* im Stande seien, Chlamydosporen zu bilden. Bei der grossen Wichtigkeit, welche die Frage, ob die Bacterien ausser den Endosporen noch andere Dauersporen unter bestimmten Verhältnissen erzeugen können, für die Bacteriologie, also die praktische Bacterienkunde hat, halte ich es für zweckmässig, einige auf diese Fragen

bezügliche morphologische Beobachtungen mitzutheilen, die einer weiteren Verfolgung werth sind.

In alten Culturen von *Bacillus cohaerens*, *Ellenbachensis* und *ruminatus*, deren allgemeine botanische Beschreibung bei GOTTHEIL (Centralblatt für Bacteriologie 1901, II. Abth., S. 430 u. f.) mitgetheilt ist, fand ich Gebilde, welche den Chlamydosporen der Pilze äusserst ähnlich sehen. *Bacillus cohaerens* A. M. et Gottheil ist eine typische Species der Gattung *Bacillus*, welche auf Nähragar mit Dextrose eine sehr regelmässige Entwickelung zeigt, ziemlich lange Zellfäden, Schwärmoidien und normale Sporangien bildet. Untersucht man eine ungefähr vier Monate alte oder ältere Cultur dieser Species, welche auf der schrägen Fläche des in einem Reagenzglase befindlichen Nähragars angelegt worden ist, so findet man in dem oberen, trocknen Theile der Cultur fast nur isolirte Sporen; im unteren, noch schwach feuchten Theile der Cultur erkennt man neben in Lösung begriffenen relativ dünnen, septirten Zellfäden und Stäbchen Gruppen von dickeren Fäden. Diese sind stellenweise gerade, meist jedoch mehr oder weniger stark, oft unregelmässig und kräftig gekrümmt. Zwischen plasmafreien Zellen (*l*) dieser Fäden liegen mehr oder weniger stark angeschwollene, sehr plasmareiche, aber glycogenfreie Zellen (*g*), die, wenn der Protoplast bei Jodbehandlung contrahirt wird, meist eine dickere Membran zeigen als die gewöhnlichen Zellen des Spaltpilzes. Das stark lichtbrechende Protoplasma erscheint nach Behandlung mit Jodjodkalium oft ganz homogen, oft mit einer oder einigen grossen Vacuolen versehen (Fig. 3). Bei Behandlung mit Formolfuchsin färben sich diese plasmareichen Zellen intensiv roth; auch die Membranen färben sich dabei, und man erkennt dann deutlich (Fig. 5 *g*) die verhältnissmässig grosse Dicke der Membran dieser Chlamydosporen. Zum Vergleich habe ich in Fig. 6 die normalen Sporangien der Species abgebildet; sie sind mit Jodjodkalium gelb gefärbt.

Ganz ähnliche „Chlamydosporen" fand ich in der gleichen Region alter Colonien, welche aus reinem Sporenmaterial auf Dextrosenähragar erwachsen waren, bei *Bacillus Ellenbachensis* Stutzer. Ich sah sie in gleicher Weise in 4 Monate und in 17 Monate alten Culturen, welche bei gewöhnlicher Temperatur gestanden hatten, in der Region des Condenswassers. An den trockenen, oberen Stellen lagen auch in diesen Culturen nur Endosporen. Die Gemmenbildung tritt auch hier anscheinend unter Umständen ein, welche für die Sporangienbildung ungünstig sind. *Bacillus Ellenbachensis* bildet sofort bei der Keimung Schwärmoidien, später kurze Zellfäden, schliesslich, schon nach ungefähr 50 Stunden, bei 28° meist etwas anschwellende, fettführende Sporangien.

Die in den alten Culturen vorkommenden Chlamydosporen gleichen in ihrer Form angeschwollenen Sporangien, sind aber meist bedeutend

grösser als die Sporangien, besitzen eine dickere Zellmembran als diese und enthalten dichteres, meist ganz homogenes, fettfreies Cytoplasma. In Fig. 8 ist eine Chlamydosporenreihe, welche zwischen entleerten Stäbchen lag, aus einer 17 Monate alten Cultur abgebildet. Wie es scheint, handelte es sich bei dieser um noch wenig ausgebildete Sporen, da ihr Cytoplasma ganz homogen war und sich noch relativ schwach mit Jod färbte, während die Chlamydosporen, die in Fig. 9 abgebildet sind, Jod sehr reichlich aufnahmen. In Fig. 10 ist eine mit Jodjodkalium braun gefärbte Chlamydospore abgebildet, die sich durch eine kräftige Membranspitze auszeichnet. Fig. 11 und 12 zeigen mit Jod gefärbte Chlamydosporen mit Vacuolen und contrahirten Protoplasten, Fig. 13 eine mit Formolfuchsin roth gefärbte, dickwandige Spore mit Zellkern und roth gefärbter Membran. Interessant ist der seltene, in Fig. 14 abgebildete Fall, in welchem ein Zellfaden die Membranen abgestorbener und ausgesogener Gemmen (*l*), krankhafte Sporangien (*s*) und gut ausgebildete Gemmen (*g*) neben einander enthält.

Bei *Bacillus ruminatus* A. M. et Gottheil fand ich Chlamydosporen in 4 Monate alten Culturen nur vereinzelt. Sie waren meist kugelförmig, mit homogenem Protoplasten und mit dicker Membran versehen. Im Vergleich mit der von einer dicken Schleimmasse umhüllten Spore (Fig. 17) erscheinen sie nicht besonders gross.

Bei einigen anderen erdbewohnenden Bacterien konnte ich keine Gemmen auffinden. So lagen an den feuchten Stellen alter Culturen bei *Bacillus subtilis* (Fig. 18), *simplex* und *fusiformis* nur plasmaarme Stäbchen. Bei *Bacillus carotarum* fanden sich dort neben den Massen der abgestorbenen Stäbchen gesunde Stäbchen normaler Form, nur bei *Bacillus graveolens* (Fig. 20) waren derartige Stäbchen meist etwas mehr abgerundet als die normalen Stäbchen.

Ich habe die zuerst beschriebenen Gebilde als Chlamydosporen bezeichnet, weil sie in der That ihrer Morphologie nach ungemein den Chlamydosporen anderer Sporangien erzeugender Pilze gleichen. Ich verweise z. B. auf die Gemmen von *Endomyces decipiens*, von *Dothiora Sorbi* (BREFELD, Untersuch. aus dem Gesammtgebiete der Mykologie, X. Heft, 1891, Taf. X, Fig. 13 und 14), *Dothidea puccinioides* (Taf. XI, Fig. 32), *Sphaerulina intermixta* etc.; auch auf die von WILL beschriebenen Gemmen der Saccharomyceten (Abbildung bei KLÖCKER, Die Gährungsorganismen, 1900, S. 166).

Nach der Morphologie dieser Gebilde möchte ich also annehmen, dass sie mehr oder weniger gut entwickelte Dauerformen der Gattung *Bacillus* sind; eine sichere Entscheidung über ihre biologische Bedeutung kann aber selbstverständlich nur eine genaue biologische Untersuchung bringen, wobei jedoch zu beachten ist, dass eine solche Dauerform nicht nur dann biologisch werthvoll für die Species zu

sein braucht, wenn sie gegenüber höherer Temperatur oder beim Austrocknen sich widerstandsfähiger erweist als die Oidien; sie kann auch andere biologische Vorzüge besitzen. Zu Keimungsversuchen eignete sich leider das mir vorliegende Material nicht gut, weil die vereinzelt beigemengten Endosporen die Versuche meist störten und gut ausgebildete, also reife und gesunde Chlamydosporen nicht häufig genug in dem Material vertreten waren. Wenn diese Deutung der Gebilde richtig wäre, so würde meine Anschauung, dass die Bacterien sporangienbildende Pilze sind, eine neue Stütze erhalten.

Mit Rücksicht auf letztere Ansicht ist nun auch die Thatsache von Interesse, dass die Zellmembran einiger Bacterien sich mit Jod intensiv blau färbt. Die Zellmembranen dieser Bacterien verhalten sich wie diejenigen der Hyphen und Asken mancher flechtenbildender und anderer Ascomyceten, die sich auch mit Jod wie Stärke färben. EMIL CHR. HANSEN in Kopenhagen hat gezeigt, dass sich die Schleimmassen der Zellen von *Bacterium Pasteurianum* Hansen und *Bacterium Kützingianum* Hansen mit Jod blau färben (siehe Comptes rendus des travaux du laborat. de Carlsberg, Th. I, 1879; Th. III, Heft 3, 1894; Th. V, Heft 1, 1900). Er hält diese Schleimmassen für eine directe Fortsetzung, eine Aussenschicht der Membran, deren Verhalten gegen Jod er wegen der Kleinheit des Objectes damals (1894) nicht feststellen konnte. Ich habe die Frage an Material von *Bacterium Pasteurianum*, welches HANSEN mir in liebenswürdiger Weise zur Verfügung stellte, und welches ich vorzüglich aus anderen Gründen genau angesehen habe, jetzt sicher entscheiden können. Ich untersuchte sowohl Stäbchen, welche nach drei Tagen in einem $1^1/_2$ pCt. Alkohol enthaltenden Biere bei 28° gewachsen waren, als solche, welche aus Culturen stammten, die sich zwei Tage bei 28° auf Dextroseagar entwickelt hatten. Bei Zusatz von sehr wenig Jodjodkalium zu den Präparaten färbte sich der Schleim zwischen den Stäbchen und eine periphere Membranschicht hellblau, die innerste Schicht der Zellmembran dunkelblau, ehe sich der Protoplast braun färbte (Fig. 24). Setzte man etwas mehr Jodjodkalium zu, so färbte sich der Protoplast braun. Bei zu grossem Jodzusatz wird die Blaufärbung der Membran verdeckt. In schleimarmen Culturen findet man eventuell die Membran der ganzen Dicke nach gleichmässig blau gefärbt (Fig. 22). Die geschilderten Thatsachen machen es zugleich sehr wahrscheinlich, dass der Schleim der Bacterien durch Verquellung äusserer Membranschichten gebildet wird.

---

## Erklärung der Abbildungen.

Die Intensität der in der Beschreibung angegebenen Farben der Figuren ist durch die Tiefe des grauen Tones der Bilder ausgedrückt. Die Figuren sind, mit Ausnahme der Fig. 4, bei 3500facher Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 1. *Bacillus cohaerens.* Stück eines ungefärbten Zellfadens aus einer 4 Monate alten Cultur.

„ 2. Gerader Faden aus derselben Cultur, mit Jodjodkalium braun gefärbt.

„ 3. Mit Jodjodkalium braun gefärbter Chlamydosporenverband, mit grossen Vacuolen.

„ 4. Zellfaden von *Bacillus cohaerens*, mit Formolfuchsin gefärbt, schwach vergrössert. Die nicht angeschwollenen Zellen sind plasmafrei; die angeschwollenen, an gekrümmten Stellen des Zellfadens liegenden sind mit Plasma dicht gefüllt und mit dicker Membran versehen.

„ 5. Die Partie *g* des Zellfadens in stärkerer Vergrösserung.

„ 6. Mit Jod gefärbte normale Sporangien von *Bacillus cohaerens* in gleicher Vergrösserung gezeichnet wie die Chlamydosporen.

„ 7. Sporangium von *Bacillus Ellenbachensis*, mit schon etwas verquollener Membran.

„ 8. Chlamydosporenreihe aus einer 17 Monate alten Cultur des Spaltpilzes, mit Jodjodkalium gelbbraun gefärbt; die unterste Zelle plasmafrei.

„ 9. Zellfaden mit leeren Zellen und Chlamydosporen, aus einer 4 Monate alten Cultur, mit Jodjodkalium braun gefärbt.

„ 10—12. Chlamydosporen, mit Jodjodkalium braun gefärbt.

„ 13. Durch Formolfuchsin roth gefärbte Chlamydosporen.

„ 14. Zellreihe mit ungesunden Sporangien, Chlamydosporen und leeren Zellen, ungefärbt; ebenfalls von *Bacillus Ellenbachensis.*

„ 15. Zellreihe von *Bacillus ruminatus*, mit leeren Zellen (*l*), vacuoliger angeschwollener Zelle (*a*) und mit Chlamydosporen (*g*).

„ 16. Durch Methylenblau blau gefärbte Chlamydosporen.

„ 17. Eine Spore des Spaltpilzes mit der von Gottheil zuerst beobachteten Schleimhülle, welche durch Methylenblau intensiv blau gefärbt wurde.

„ 18. Mit Jod gelb gefärbtes, plasmaarmes Stäbchen von *Bacillus subtilis.*

„ 19. Spore desselben Spaltpilzes, deren Exine mit Fuchsin roth gefärbt worden ist.

„ 20. Mit Jod möglichst intensiv braun gefärbtes Stäbchen aus einer 4 Monate alten Cultur von *Bacillus graveolens.*

„ 21. Spore desselben Spaltpilzes, mit Jod gefärbt.

„ 22. Mit Jod gefärbte und septirte Zellfäden von *Bacterium Pasteurianum*, aus einer bei 40° gehaltenen Cultur in Bier; die Membran blau, der Protoplast braun gefärbt und contrahirt.

„ 23. Zelle aus einer 6 Tage bei 28° auf Dextrose-Nähragar gewachsenen Cultur von *Bacterium Pasteurianum*, mit wenig Jodjodkalium gefärbt. Der centrale Theil ist braun, die dunkle Linie, welche der innersten Membranlamelle entspricht, ist dunkelblau; die äussere, den schon ein Wenig verquollenen Lamellen entsprechende, scharf begrenzte Zone ist hellblau gefärbt.

„ 24. Wie Fig. 23, nur aus einer drei Tage alten Cultur und mit sehr wenig Jodjodkalium behandelt, so dass das Cytoplasma noch farblos blieb, während die innerste Membranlamelle dunkelblau, die äussere hellblau gefärbt erschien.

# Sitzung vom 26. Juli 1901.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

---

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

**Saida**, Dr. **Kotaro**, Professor aus **Tokio** (Japan), z. Z. Berlin, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität (durch L. KNY und W. SECKT),

**Woods**, Dr. **Albert F.**, Chief of Division of Vegetable Physiology and Pathology of the U. S. Department of Agriculture in **Washington** D.C. (durch L. KNY und P. MAGNUS),

**Svedelius**, Dr. **Nils Eberhard**, in **Stockholm**, Floragatan 16 (durch K. GOEBEL und F. W. NEGER),

**Senn**, Dr. **Gustav**, Privatdocent der Botanik an der Universität in **Basel** (durch W. SCHIMPER und S. SCHWENDENER),

**Haupt**, Dr. **Hugo**, zur Zeit **Leipzig-Reudnitz**, Gutenbergstr. 1, I (durch W. PFEFFER und P. KLEMM),

**Katitsh**, **Danilo**, Gymnasialoberlehrer aus **Kragujewatz** (Serbien) (durch G. KLEBS und KÜSTER).

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proclamirt:

Fräulein **Ternetz**, Dr. **Charlotte**, in **Basel**,
Herr **Ursprung**, Dr. **Alfred**, in **Basel**,
Herr **Willis**, **John**, **C.**, in **Peradeniya**.

---

Herr Dr. VON SCHRENK legte der Gesellschaft eine Auswahl von Präparaten vor, welche den Originalarbeiten von SMITH über Bacterienkrankheiten zu Grunde lagen. Die Präparate zeigten phytopathogene Bacterienmassen im Innern von Gefässen und im Innern erkrankter Pflanzenorgane.

Herr VON TUBEUF berichtete im Anschluss an die Mittheilung von E. FISCHER über *Aecidium elatinum* über seine eigenen Beobachtungen betreffs des Wirthswechsels dieses Pilzes. Dieselben sind in den „Arbeiten aus der Biologischen Abtheilung für Land- und Forstwirthschaft am K. Gesundheitsamte" veröffentlicht und ergaben einen Infectionserfolg auf *Stellaria media*, *nemorum* und *graminea*, sowie auf *Cerastium semidecandrum*. Die Hexenbesen, die zu den In-

fectionen auf *Stellaria media* verwendet worden waren, entstammten drei Waldgebieten: den oberbayerischen Voralpen, dem bayerischen Walde und dem württembergischen Schwarzwalde. Der Infectionserfolg war der gleiche. Auf *Sorbus Aucuparia* wurde dagegen mit zahlreichen Infectionsversuchen während zweier Jahre kein Erfolg erzielt.

# Mittheilungen.

## 53. Hugo Miehe: Crapulo intrudens, ein neuer mariner Flagellat.

Mit Tafel XXI.

Eingegangen am 11. Juli 1901.

Während meines Aufenthaltes in Neapel fielen mir auf dem Thallus von *Nitophyllum punctatum*, jener sehr gewöhnlichen, schön roth gefärbten Floridee, zahlreiche über die Fläche verstreute Wunden und Narben auf. Besonders letztere erregten mein Interesse, da der Wundverschluss durch dieselben local begrenzten Ausstülpungen der Wundrandzellen bewirkt wurde, wie ich es neuerdings für die Epidermis von *Tradescantia* beschrieben habe. Doch hierauf will ich nicht näher eingehen. In den offenen Wunden des einzelligen Thallus, die gewöhnlich aus einer kleinen Anzahl abgestorbener Zellen bestanden, entdeckte ich nun einige ziemlich kleine, spindelförmige Organismen, welche sich in den leeren Zellräumen hin und her wälzten. Ich fand sie dann bei genauer Durchmusterung überall, wenn auch in wechselnder Menge in den noch ungeschlossenen Wunden vor, so dass diese mir bald in unzweifelhafter Beziehung zu jenen kleinen Wesen zu stehen schienen. Ich durchsuchte dann das übrige in einem Becherglase aufbewahrte Material nach ähnlichen Erscheinungen und fand bald sehr grosse zerstörte Complexe, in denen jene Organismen in ungeheuerer Anzahl angetroffen wurden. Mit diesem als dem auffälligsten Stadium will ich meine Beschreibung beginnen.

An den dichten Büscheln von *Nitophyllum punctatum* und zwar nur an dem Material, welches ich an einem bestimmten Morgen erhielt, waren schon bei oberflächlicher Betrachtung grössere abge-

storbene Partien bemerklich, die eine schmutzig weisse oder grauliche Farbe hatten. Sie sind wohl zu unterscheiden von jenen abgestorbenen Theilen, die häufig an cultivirten Florideen auftreten und sich durch eine prachtvolle orangerothe Farbe auszeichnen. Weshalb diese gerade den anderen todten Lappen fehlte, werden wir später sehen. Die zu Grunde gegangenen Theile waren gegen das gesunde Gewebe mit einer scharfen, violetten Linie abgegrenzt, die einen bogigen Verlauf hatte. Unter dem Mikroskop boten solche Thallusstücke folgendes Schauspiel. Die leeren abgestorbenen Zellen waren von einer Unzahl jener Organismen erfüllt; ihre Menge nahm nach der Grenze hin zu, diese selbst bestand aus zwei oder drei Zellreihen, die buchstäblich vollgepfropft von dem Parasiten waren (Fig. 1). Hier lagen sie in Reihen dicht neben einander gepackt, sämmtlich senkrecht zu den Grenzwänden gegen die gesunden Zellen; in den weiter entfernten Zellen hingegen lagen sie, wenn auch ziemlich dicht, so doch unregelmässig zerstreut. An diesen Stellen lassen sich die einzelnen Individuen am besten betrachten

Das Auffälligste an ihnen sind ihre lebhaften metabolischen Bewegungen, die in ihrem Verlauf einigermassen an diejenigen der Euglenen erinnern. Bald ist der ursprünglich keulenförmige schlanke, 20—27 $\mu$ lange Körper zu einem unförmlichen Klumpen zusammengezogen, aus dem nur der hin und her tastende Schwanz hervorragt, oder er ballt sich gänzlich zur Kugel zusammen; bald drängt sich die Körpermasse nach dem vorderen dickeren Ende, von dem dann unter seitlichen Krümmungen Contractionswellen abfliessen, bald werden besonders am dicken Ende kleine Zapfen oder Lappen vorgewölbt, die wellenartig fortwandern, oder es kommen durch Krümmungen des ganzen Körpers s- und c-förmige Gestalten zu Stande. Auch keil-, ei- und nagelartige Formen sind nicht selten

Diese Bewegungen sind typisch metabolisch, nie amöboïd, da die Grundform immer wieder hervortritt. Diese ist, wie angedeutet, langgestreckt keulig (Fig. 2). An dem dickeren, schief abgestutzten Ende ist eine kleine vorspringende Lippe kenntlich, an die sich eine seichte Furche anschliesst. Bei ganz scharfem Zusehen bemerkt man, wie diese Furche sich nach dem Innern des Körpers in eine Schlundröhre fortsetzt. Am Rande der Furche entspringen zwei dicht neben einander inserirte, gleich lange Geisseln, von der halben Länge des ausgestreckten Körpers, welche etwas nach der Seite gerichtet sind. Für gewöhnlich schlagen sie träge zur Seite, oder aber die eine beschreibt einen Kegelmantel, während die andere die Flanke peitscht, ohne dass jedoch die Geisseln in der Ruhe stets diese verschiedene Richtung aufwiesen. Beim Schwimmen bewegen sie sich zitternd, schraubig, unter Drehung um die Längsachse. Uebrigens habe ich sie nie im freien Wasser schwimmen sehen,

sondern immer nur in den Zellen. Die Länge der Geisseln variirt sehr. Bei trägen Individuen, welche in noch nicht gänzlich entleerten Zellen schmarotzen, sind sie viel kürzer als bei gut beweglichen, ja in der Grenzlinie schrumpfen sie zu kleinen, träge zur Seite schlagenden Stummeln zusammen (Fig. 3) oder aber verschwinden auch gänzlich. Ich konnte wenigstens in den Grenzzellen oft keine Spur mehr von ihnen entdecken. Vielleicht brechen sie bei der überaus dichten Lagerung von selbst ab, oder aber sie werden abgeworfen, weil sie bei dem später zu erwähnenden Durchschlüpfen durch die Membranen hinderlich sind.

Eine feste Membran ist nicht vorhanden, vielmehr ist der Körper nur mit einer dünnen Schicht hyalinen Plasmas überzogen. Ziemlich oft liessen sich Theilungen beobachten (Fig. 4). Am Vorderende tritt eine Einbuchtung auf (*a*), die sich allmählich vertieft (*b*). Unter fortwährenden rythmischen Contractionen schneidet der Spalt immer weiter ein (*c*). Gleichzeitig entfernen sich die beiden Hälften von einander, so dass ein Winkel entsteht (*d*). Seine beiden Schenkel stellen sich schliesslich in dieselbe Achse (*e*), ein Stadium, welches einem Bisquit ähnelt und, wenn nicht in seiner Entstehung verfolgt, leicht den Anschein einer Quertheilung erweckt. Unter höchst energischen Contractionen drehen und krümmen sich die beiden Tochterindividuen jetzt um ihre Längsachse und zwar in entgegengesetztem Sinne, der Isthmus wird dünner und dünner, schliesslich trennen sie sich mit einem Ruck. Sie drehen sich gegenseitig ab. Das Verhalten der Geisseln konnte leider nicht genau festgestellt werden; doch scheinen mir die neuen Geisseln erst nach dem Theilungsact aufzutreten, da ich sie während desselben an den Theilungsindividuen nicht nachweisen konnte.

In der Grenzzone, wo die Individuen ausserordentlich dicht gelagert sind, weisen sie viel weniger intensive Gestaltsveränderungen auf, sind vielmehr ziemlich langgestreckt keulenförmig. Das auffälligste ist die schön carminrothe oder violette Färbung, welche die Organismen in diesen frisch abgetödteten Zellen aufweisen und die sich schon makroskopisch in jenem rothen Streifen zu erkennen giebt, der sich an dem Thallus zwischen dem todten und lebendigen Gewebe hinzieht. Bei starker Vergrösserung lässt sich leicht constatiren, dass die Färbung von zahlreichen im Plasma des Parasiten eingelagerten violetten oder carminrothen Kügelchen herrührt. Das Bild ähnelt durchaus einem gefärbten Dauerpräparat. Diese rothen Kügelchen sind kein constanter Bestandtheil des Parasiten, sondern stellen kleinste Nahrungsvacuolen dar, die mit rothem Inhalt gefüllt sind. Bekanntlich geben die Chromatophoren der Florideen, besonders deutlich die von *Nitophyllum*, im Moment des Absterbens ihren rothen Farbstoff, das Phycoerythrin her, der sich sofort im

Zellsaft auflöst und ihm eine rosa Farbe verleiht[1]). Dieser Zellsaft dient nun den Eindringlingen hauptsächlich als Nahrung, und zwar nehmen sie alles Phycoerythrin auf, das in der Zelle vorhanden ist. Man kann dies leicht daraus schliessen, dass in den von den Parasiten besetzten abgestorbenen Zellen nur sehr selten einmal einzelne jener rothen Krystalle gefunden wurden, die regelmässig nach einiger Zeit in dem rothen Zellsaft getödteter Zellen sich in ziemlicher Menge abscheiden und solchen Partien die charakteristische orangerothe Farbe geben. Wie schon gesagt, sind die von dem Parasiten ausgestossenen Gewebecomplexe stets grau oder weisslich. Ob die Parasiten wirklich den Farbstoff als Nahrung benutzen und ihn nicht etwa nur nothgedrungen mit anderen Stoffen aufnehmen, kann allerdings nicht streng bewiesen werden, ist jedoch höchst wahrscheinlich, da das Phycoerythrin ein Eiweisskörper ist. Versuche, die Parasiten in einer Nährlösung zu cultiviren, die aus einer Auflösung des nach der Vorschrift von MOLISCH[2]) dargestellten Phycoerythrins in Meerwasser bestand, sowie einige andere Versuche über eine etwaige chemotaktische Wirkung des Farbstoffes scheiterten daran, dass die Parasiten aus meiner Cultur plötzlich verschwanden und nicht wieder auftraten. Die Chlorophyllkörner selber, die Stärkekörner und die kleinen Zellkerne werden zunächst nicht in toto verzehrt, wie ich überhaupt den Eindruck gewann, dass sich unser Organismus nur von gelöster Nahrung nährt. Sie bleiben als klumpige grünliche Reste in den Zellen zurück, können jedoch wahrscheinlich später, nachdem sie durch Zersetzung aufgelöst sind, noch verzehrt werden, denn man sieht oft ganz entleerte Zellen. Nur die Stärkekörner widerstehen der Zersetzung lange, sie bilden jedenfalls keine Nahrung für den Parasiten. Die durch die Abtödtung der Zellen austretenden Stoffe locken übrigens noch eine Menge anderer saprophytischer Mikroorganismen herbei; besonders waren grosse Mengen von farblosen Diatomeen bemerkenswerth, welche sich in dichter Reihe genau auf der Linie der frisch getödteten Zellen angesammelt hatten, chemotaktisch angelockt durch austretenden Saft, von dem sie augenscheinlich profitiren.

In dem Masse, als die Parasiten entfernt sind von den frisch getödteten Zellen, verändert sich die Farbe der Nahrungströpfchen, sie werden grünlich, gelblich, bräunlich und werden schliesslich in fester Form am hinteren Schwanzende ausgestossen (Fig. 5). Diese Excremente bleiben dann als feinkörnige Massen in den Zellen zurück. JUEL[3]) hat ganz kürzlich in einem kleinen Organismus, den er sapro-

1) H. MOLISCH, Das Phycoerythrin, seine Krystallisirbarkeit und chemische Natur. Bot. Zeitg. 1898.

2) l. c., S. 183.

3) H. O. JUEL, *Pyrrhosorus*, eine neue marine Pilzgattung. Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar, Bd. 26, Afd. III, No. 14, 1901.

phytisch in abgestorbenen Aesten von *Cystoclonium purpurascens* fand, ebenfalls rothe, in diesem Falle orangerothe, Kügelchen gefunden, die er jedoch für constante Bestandtheile des Plasmas hält. Nach Analogie unserer Beobachtungen wäre es jedoch gar nicht ausgeschlossen, dass hier eine ähnliche Lebensweise vorliegt wie bei unserem Parasiten, mit dem er jedoch allem Anschein nach in keiner verwandtschaftlichen Beziehung steht.

In den Grenzzellen lässt sich der Process des Durchwanderns durch die Membranen relativ leicht beobachten. Die Individuen liegen hier dicht mit dem Kopfende an die Membranen angepresst. Stellt man diese bei starker Vergrösserung ein, so sieht man zuweilen, wie ein kleines Zäpfchen in die gallertige, durchsichtige Membran vorspringt, das sich allmählich vergrössert (Fig. 5). Die Membran wird hier aufgelöst. Bald erscheint in der Nachbarzelle ein kleines Knöpfchen, dies schwillt an, rasch strömt das rothkörnige Plasma durch das enge Loch, bis schliesslich das Individuum ganz in der Nebenzelle angelangt ist. Der Process des Durchschlüpfens durch das Loch dauert ca. 40 Secunden, geht also ziemlich flott. In dem Moment, wo die Wand durchbohrt ist, stirbt die Zelle ab, färbt sich rosa. Häufig tritt der Tod schon früher ein, so dass ein oder zwei Reihen todter, aber noch unbewohnter Zellen vorhanden sind. Das durchgeschlüpfte Individuum begiebt sich gewöhnlich stracks nach der gegenüber liegenden Wand und legt sich dieser an. Bald folgen andere nach, so dass in ziemlich kurzer Zeit die eben abgetödtete Zelle von einer Masse dicht neben einander liegender Parasiten erfüllt ist.

An manchen Stücken, besonders an sehr verrotteten, trifft man nur noch sehr wenige Parasiten in den Zellen an; auch in der Grenzzone sind sie verschwunden. Dafür sieht man auf der Oberfläche des Thallus, seltener im Innern der leeren Zellen, grosse Massen von kleinen kugeligen Gebilden, die oft zusammen gelagert sind und kleine flächen- oder reihenförmige Colonien bilden, jedoch auch ebenso oft ganz isolirt liegen. Dies repräsentirt uns das zweite Stadium unseres Parasiten. Er hat die ausgefressenen Zellen verlassen, ist auf die Oberfläche des Thallus gelangt und hat sich hier encystirt durch Ausscheiden einer Membran, innerhalb welcher er sich oft noch lebhaft hin und her wälzt.

Mehrere Individuen haben sich fest an einander gelegt, so dass sie sich polygonal abplatten (Fig. 6), verschmelzen jedoch nicht etwa zu einem Plasmodium. In der Cyste finden einige Theilungen statt, deren Anzahl ich leider nicht constatiren konnte. Jedenfalls schlüpfen eine Anzahl (ich schätze mindestens acht) Schwärmer aus. Sie haben dieselbe langgestreckte Gestalt wie die Mutterindividuen, nur etwas schlanker, und besitzen zwei relativ sehr lange Cilien. Ihre Be-

wegung ist sehr geschwind, weshalb man auf der Oberfläche des Thallus gewöhnlich keine mehr antrifft. Genauer kann man sie nur beobachten, wenn sie zufällig in einer Zelle eingeschlossen sind. Die Geisseln sind von ungleicher Grösse und verschiedener Richtung. Diese schnell beweglichen Schwärmer haben offenbar die Aufgabe, neue Infectionen hervorzurufen. Man sieht in der That die Infection ziemlich rasch um sich greifen und auch an differenten Stellen neu auftreten.

Kurz zusammengefasst ist also die Lebensweise des Parasiten folgende. Kleine, durch Theilung im encystirten Ruhestadium entstandene Schwärmer dringen in die Zellen von *Nitophyllum punctatum* ein, wachsen hier heran, vermehren sich durch Längstheilung, wandern von Zelle zu Zelle, zerstören auf diese Weise grosse Gewebecomplexe und encystiren sich schliesslich auf der Thallusoberfläche.

An fixirtem und gefärbtem Material war wenig Neues zu sehen. Ich fixirte inficirte Gewebestücke in Chromosmiumessigsäure oder in Osmiumdämpfen, wusch mit Leitungswasser aus und härtete in Alkohol, indem ich die Stücke in ein Uhrgläschen mit ganz wenig 20procentigem Alkohol brachte und dies dann auf einem Fusse in eine flache, zum Theil mit absolutem Alkohol gefüllte verschliessbare Glasdose setzte. Auf diese Weise wurde der Alkohol allmählich concentrirt und eine Schrumpfung vermieden. Später wurden dann die Objecte mit Mayer's Hämalaun gefärbt und in Glyceringelatine eingeschlossen. An solchen Präparaten konnte vor allem Lage und Structur des Zellkerns festgestellt werden (Fig. 3). Er ist ein rundes Bläschen, in dessen homogener, schwach tingirter Grundmasse eine dunkler gefärbte Chromatinkugel liegt, die man auch als Nucleolus bezeichnen könnte, wenn sie nicht hier die gesammte tingirbare Masse des Kernes darstellte. Es ist ein typischer Bläschenkern, wie er bei Flagellaten gewöhnlich angetroffen wird. Er liegt in dem dicken Vorderende ungefähr central. Das Plasma ist mit einer Menge dunkler Körner erfüllt, eben jenen Nahrungströpfchen. Die Cilien waren theils gut erhalten, theils fehlten sie.

Nach der gegebenen Beschreibung kann man über die systematische Stellung des Organismus nicht lange im Zweifel sein. Es ist ein Flagellat. Wenn wir die von Senn in Engler's und Prantl's „Natürliche Pflanzenfamilien“ gegebene Charakteristik der Flagellaten vergleichen, so lassen sich an unserer Form sämmtliche Flagellatenmerkmale nachweisen. Schwieriger ist die nähere Einordnung in das System. Von den bekannten Formen passt keine Beschreibung auf ihn; speciell ist er mit keinem der von de Bruyne[1]) beschriebenen Algenparasiten des Golfes von Neapel mit Sicherheit zu identificiren.

1) de Bruyne, Archive de Biologie. Bd. X, 1890.

Wir haben es also mit einer neuen Art zu thun. Bei der Beurtheilung der Merkmale ist zu berücksichtigen, dass wir einen Parasiten vor uns haben. Vor allem ist das unregelmässige Verhalten der Geisseln wohl eine Folge des Parasitismus; sie werden nur da voll entwickelt, wo sie nöthig sind, hingegen reducirt oder gänzlich abgeworfen, wenn sie hinderlich werden. Zwei Gruppen würden hauptsächlich in Betracht kommen, erstens die Protomastigineae, speciell die Bodonaceen, zweitens die Euglenieae, speciell die Astasiaceen. Für die Zugehörigkeit zu den Bodonaceen würde vor allem die Lebensweise sprechen, dann die Structur des Kernes, während die Anwesenheit eines Mundtrichters, die Richtung der Geisseln nicht dem Bodonentypus entspricht. Andererseits weist die lebhafte Metabolie, besonders aber der Mundtrichter auf eine Verwandtschaft mit den Euglenieae hin, die allerdings durch die Structur des Kernes, der nicht jene bei den Eugleninen regelmässig radiale Anordnung des Chromatins trägt, sowie durch das Fehlen einer festen Plasmamembran wieder in Frage gestellt wird. Eine gewisse Aehnlichkeit besteht mit der von CIENKOWSKY[1]) beschriebenen *Colpodella pugnax*, besonders bezüglich der Lebensweise und Cystenkeimung, nur ist bei dieser Form nur eine Geissel vorhanden, auch bohrt sie mit dem Hinterende die Chlamydomonaden an. Ziemlich gut stimmt er ferner mit einer von demselben Forscher in todten Rotatorien angetroffenen zweigeisseligen *Bodo*-Art in der äusseren Form überein (vergl. seine Fig. 39); leider ist diese nur unvollständig bekannt und auch von ihrem Entdecker nicht benannt worden.

Das hauptsächlichste Hinderniss gegen die Zuordnung zu den Bodonaceen bildet der Mundtrichter. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass sich dieser auch bei anderen Vertretern dieser Familie vielleicht wird nachweisen lassen, um so mehr, da er durchaus nicht sehr in's Auge fällt. Mir selbst entging seine Anwesenheit bei der Beobachtung unseres Parasiten lange Zeit, erst bei sehr genauem Zusehen entdeckte ich ihn.

Wägen wir das pro und contra für Bodonaceen und Astasiaceen ab, so neigt sich die Entscheidung, glaube ich, nach der Seite der ersteren. Ich möchte also *Crapulo* zu den Bodonaceen stellen. Dies ist auch die Ansicht von Dr. SENN, für dessen brieflichen Rath ich auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aussprechen möchte.

Zum Schluss will ich noch die Diagnose unseres Flagellaten angeben.

## Crapulo nov. gen.

In ihrer typischen Gestalt lang gestreckte, keulenförmige, farblose Organismen mit lebhafter Metabolie, die sich in Contractionen

1) L. CIENKOWSKY, Archiv für mikroskopische Anatomie I. 1865.

und wellenartigen Veränderungen der Oberfläche äussert. Letztere ist von festerem Plasma gebildet, das jedoch keine unterscheidbare Membran formirt. Das dicke Vorderende schräg abgestutzt mit schwach vorspringender Lippe und einer seichten Furche, von der aus sich ein schmaler Trichter in das Innere des Körpers hinabsenkt. Am Eingang des Trichters zwei gleich lange, gleich gerichtete, dicht neben einander inserirte Geisseln von wechselnder Länge (eine halbe Körperlänge bis kurz stummelartig, zuweilen gänzlich fehlend). Central, im dicken Vorderende ein bläschenförmiger Kern. Zweitheilung in der Bewegung der Länge nach, sowie mehrfache Theilung in einem encystirten Ruhestadium. Aus den Cysten geht eine grössere Anzahl kleiner, spindeliger Schwärmer hervor mit zwei ziemlich langen, entgegengesetzt gerichteten Cilien.

*C. intrudens* nov. spec. Körper 20—27 $\mu$ lang. Parasitirt in den Zellen von *Nitophyllum punctatum* in grossen Mengen. Ist in frisch getödteten Zellen schön carmin oder violett gefärbt, sonst farblos. Cysten gewöhnlich in Colonien auf der Thallusoberfläche. Golf von Neapel.

Leipzig, Botanisches Institut.

## Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Ein Stück des Thallus von *Nitophyllum punctatum*, von *Crapulo intrudens* inficirt. Nach fixirtem Material gezeichnet. Vergr. 70.

„ 2. Ein Exemplar des Parasiten. Nach dem Leben gezeichnet. Vergr. 900.

„ 3. Dasselbe. Nach einem fixirten und gefärbten Präparat gez. Vergr. 900.

„ 4. 7 auf einander folgende Theilungsstadien desselben Individuums. Nach dem Leben aus freier Hand gezeichnet. Vergr. 325.

„ 5. 2 Exemplare des Parasiten, im Begriffe, die Membran zu durchbohren. Die dunkelen Körner sind in Natur violett gefärbt. An dem Individuum rechts ist die Ausscheidung eines Excrementtheilchens zu sehen. Nach dem Leben gezeichnet Vergr. 900.

„ 6. Eine Colonie von Cysten auf der Thallusoberfläche. Nach dem Leben gezeichnet Vergr. 900.

„ 7. Ein aus den Cysten hervorgehender, stark beweglicher, langgeisseliger Schwärmer. Nach dem Leben gezeichnet. Vergr. 900.

## 54. Fritz Blumentritt: Ueber einen neuen, im Menschen gefundenen Aspergillus (Aspergillus bronchialis n. sp.).

Mit Tafel XXII.

Eingegangen am 14. Juli 1901.

Vor einiger Zeit fand Hofrath Prof. Dr. H. CHIARI gelegentlich der Section eines Diabetikers im Bronchialbaume desselben einen *Aspergillus*, den er in einer Reincultur an Herrn Prof. H. MOLISCH mit dem Ersuchen übergab, den Pilz genauer zu bestimmen. Diese Arbeit wurde mir von Herrn Prof. H. MOLISCH, dem ich an dieser Stelle für seine Unterstützung bestens danke, zugewiesen.

Um die wahre systematische Stellung des *Aspergillus* zu eruiren, verfolgte ich das Wachsthum und die Entwickelung desselben auf verschiedenen Nährböden und suchte die Frage zu lösen, ob auf dem Mycel ausser den regelmässig auftretenden Conidienträgern noch andere Fortpflanzungsorgane zur Ausbildung kommen Solche blieben aus, womit aber noch nicht gesagt ist, dass dem Pilze keine höhere Fructification möglich sei, da vielleicht gewisse Vorbedingungen bei meinen Culturen nicht realisirt waren.

Das Verhalten des Pilzes in der Lunge selbst konnte ich leider nicht studiren; ich erhielt von Hofrath CHIARI nur die Mittheilung, dass der *Aspergillus* die Zweige des Bronchialbaumes im Menschen mit seinem Mycelium auskleidete und Conidienträger in die Lufträume trieb. So muss ich also rein aus dem Verhalten in der Cultur zurückschliessen auf das in der Natur, und bin mir des Wagnisses wohl bewusst, das ich damit begehe.

Die Bestimmung führte ich an der Hand von P. A. SACCARDO's „Sylloge Fungorum"[1]) durch, bei welcher mir der Mangel eines Bestimmungsschlüssels und die unvollständigen Angaben bei den einzelnen Species die Arbeit sehr erschwerten. Identificiren konnte ich

1) Sylloge Fungorum omnium hucusque cognitorum. P. A. SACCARDO. Vol. IV. Patavii X. Aprilis MDCCCLXXXVI. Weiter benützte ich: Dr. J. LEUNIS, Synopsis der Pflanzenkunde. II. Bd. Hannover 1885. — Sur le développement de quelques Ascomycètes par M. Ph. VAN TIEGHEM. Première partie: *Aspergillus* et *Sterigmatocystis*. (Bulletin de la Société botanique de France. Tome 24. Paris 1877.) — Von Dr. L. RABENHORST's Kryptogamenflora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz ist der Theil über die „Pilze" noch nicht vollständig erschienen. — Die in letzter Zeit angekündigte Monographie über *Aspergillus* von WEHMER, welche in den „Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire nat. de Genève" erscheinen soll, war mir nicht zugänglich.

den vorliegenden *Aspergillus* mit keinem der dort beschriebenen, so dass ich denselben als einen bisher unbekannten, noch nicht eingereihten bezeichnen muss. Ich will den Pilz, welcher der Form *Aspergillus fumigatus*[1]) noch am nächsten kommt, *Aspergillus bronchialis* nennen, womit sein erster Fundort berücksichtigt ist.

Die zusammenfassende Beschreibung, zu der mir vorwiegend die Culturen auf Fleischagar[2]) als Grundlage dienen, werde ich am Schlusse der Arbeit bringen.

Vorher theile ich mit, welche Nährböden ich ausser dem vorhergenannten benutzte und bei jedem das, was sich bei seiner Verwendung Bemerkenswerthes zeigte.

Die Culturen bestätigten vor allem eine Aussage KLEBS' in einer seiner Abhandlungen[3]), wo er bemerkt, dass die Qualität der Nährlösung nicht bloss die Entstehung sowie die Menge der Fortpflanzungsorgane beeinflusst, sondern auch das Mycelium selbst in recht verschiedenen Formen erscheinen lässt. Sie zeigen weiter, dass die Farbe der Sporenmassen, die doch als wichtiges Merkmal bei Bestimmungen berücksichtigt wird, ziemlich variiren kann.

Der *Aspergillus*, der, wie ja zu erwarten war, sehr aërob ist und für den 32° C. das Optimum des Wachsthumes darstellen, verflüssigte Gelatine bei Zimmertemperatur während des Winters.

Auf diesem guten Nährboden[4]) verbreitet sich der Pilz sehr rasch; die Mycelien sind reichlich verzweigt und deutlich septirt, die Hyphen fast durchwegs cylindrisch und messen im Diameter durchschnittlich 3 $\mu$. Die Farbe der Sporenmassen ist bei Betrachtung mit freiem Auge grau bis bräunlich (ältere Culturen).

Auf Brod gedeiht der *Aspergillus* ausserordentlich gut und üppig.

---

1) Das die beiden Formen Trennende ist vor allem die Sporengrösse, die bei *Aspergillus fumigatus* nur 2 $\mu$ beträgt. Ferner trifft die Bezeichnung der fertilen Hyphen als „humosogriseis“ und der Diam. 16—30 $\mu$ der „vesicula sphaeroidea“ nicht bei dem vorliegenden *Aspergillus* zu.

2) Zusammensetzung des Agar: 1 *l* $H_2O$
500 *g* Fleisch
20 *g* Agar
10 *g* Pepton
5 *g* NaCl.
(V. W. MIGULA, Bact. Practicum, Herstellung der Nährsubstrate. Karlsruhe 1892.)

3) GEORG KLEBS, Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze. III. Th. S. 24. Leipzig 1901.

4) Zusammensetzung: 1 *l* $H_2O$
500 *g* Fleisch
10 *g* Pepton
100 *g* Gelatine
5 *g* NaCl.
(V. W. MIGULA, Bact. Practicum. Karlsruhe 1892.)

Die Zellen der sterilen Hyphen sind meist sehr kurz, der Inhalt Anfangs ganz homogen; die älteren Hyphen zeigen sehr viele und grosse, stark lichtbrechende Tropfen, wahrscheinlich Fett. In der Continuität der Hyphen liegende Stücke werden bei mehr als zehn Tage alten Culturen oft zu Gemmen abgegrenzt.

Versuche nach BREFELD, durch Anpressen einer mit Sporen beschichteten Brodscheibe an eine Glasplatte Perithecienbildung zu veranlassen, blieben erfolglos. Die Farbe der Sporenmassen von Brodculturen ist deutlich grün bis graugrün.

Pflaumendecoct: Auf diesem Nährmedium tritt der *Aspergillus* etwas langsamer auf. Die Mycelien sind sehr wenig verzweigt, die Querwände nur schwer sichtbar und der Zellinhalt von körniger Beschaffenheit. Die älteren Hyphen zeigen zerstreut kugelig ausgebauchte Zellen von dem Diameter bis zu 22 $\mu$.

Während die Sporenmassen zuerst graugrün sind, werden die älteren ausgesprochen olivengrün. Runde Zellen (Diameter ca. 8 $\mu$) sieht man oft in Ballen beisammenliegen, welche ganz den Eindruck sprossender Colonien machen und zu wiederholten Malen von mir auch direct an den Köpfchen von Conidienträgern, die wahrscheinlich an die Fläche der Nährlösung gesunken waren, beobachtet werden konnten.

Etwas ganz Aehnliches konnte ich bei Culturen auf MOLISCH's Nährlösung[1]) beobachten. Auch hier zeigten zahlreiche Präparate, dass an den Fruchtträgern oft die Abschnürung normaler Sporen unterblieb und statt ihrer Zellwucherungen in Sprossform entstanden. Die Gestalt des Mycels ist eine auffallende. Ich möchte den Habitus als oidiumähnlich und knorrig bezeichnen. Die Zellen sind meist kurz, oft kugelig, dann wieder unregelmässig gestaltet.

Dieses eigenthümliche Wachsthum verräth sich schon bei mikroskopischem Beschau durch den flockigen Charakter des Mycels. Die Abschnürung einzelner, bauchig erweiterter Zellen, deren Wand verdickt ist, wird wohl als Gemmenbildung aufzufassen sein.

In der Nährlösung, deren Rohrzuckergehalt durch Glycerin ersetzt wurde, ist das reichverzweigte Mycel zum Theil sehr zart und die Septirung schwer sichtbar, zum Theil dieselbe knorrige, opuntienähnliche Wucherung zu bemerken, wie ich sie eben erwähnt habe.

---

1) Zusammensetzung: 500 *g* $H_2O$
15 *g* Rohrzucker
3 *g* Chlorammonium
0,25 *g* schwefelsaure Magnesia
0,25 *g* Monokaliumphosphat
eine Spur Eisen.

H. Molisch, Die mineralische Nahrung der niederen Pilze. I. Abth. (Sitzungsber. der k. Akademie der Wissensch. in Wien. Bd. CIII, Abth. I. Oct. 1898.)

Mistdecoct: Der *Aspergillus* wächst nur langsam, dann aber werden massenhaft Conidienträger gebildet. Die Sporenmassen sind bei jungen Culturen erdig grau, bei älteren geht die Farbe in braun über. Die Verzweigung ist eine ziemlich starke und die Septirung durch Verdickungen an diesen Stellen sehr auffallend. Sie geben einem ganz das Bild der Internodialknoten bei Gramineen. Den Ursachen dieser Bildung forschte ich nicht näher nach, muss mich daher jeder weiteren Aeusserung enthalten.

Das Mycel, das sich in 5procentiger Zuckerlösung entwickelt, sehr zart ist und zahlreiche, lichtbrechende Kügelchen in seinem Innern birgt, bildet häufig Anastomosen. Conidienträger werden nicht so massenhaft gebildet wie auf anderen Substraten. In 10procentiger Zuckerlösung blieb das Mycel klein und kam zu keiner Fructification[1]).

Nach Vorausschickung dieser kurzen Besprechung des Verhaltens des *Aspergillus bronchialis* auf den verschiedenen Nährböden will ich nun die zusammenfassende Beschreibung desselben folgen lassen:

Das Mycel des Pilzes, das, im Innern und an der Oberfläche des Substrates wuchernd, ziemlich rasch und gleichmässig nach allen Seiten wächst, ist Anfangs weiss und wird erst bei älteren Culturen etwas gelblich. Die Hyphen sind reich, meist monopodial verzweigt; doch kann auch gabelige Verzweigung beobachtet werden. Die Zellen der sterilen Hyphen an der Oberfläche des Substrates sind nicht durchwegs cylindrisch, sondern sehr oft mehr oder minder blasig aufgetrieben und führen dann ein oder mehrere deutliche Vacuolen. Die Hyphen sind stark septirt; die Querwände meist gut sichtbar. Die Masse für die normalen Hyphen schwanken zwischen 5—8 $\mu$ in der Breite, die für die zarteren, wahrscheinlich mehr im Nährboden lebenden, zwischen 2—4,2 $\mu$, für die blasig aufgetriebenen Zellen zwischen 6,2—12,6 $\mu$. An diesem Mycel, das auf einigen Substraten (besonders Mistagar und MOLISCH's Nährlösung) auch viele Lufthyphen emporsendet, ist $24^h$ nach der Impfung bei makroskopischem Beschau das Vorhandensein äusserst zahlreicher Conidienträger zu bemerken. Dieselben sind aufrecht, einfach, selten septirt und fast farblos; der Durchmesser des Köpfchens schwankt zwischen 12—19 $\mu$. Von sehr zahlreichen, etwa verkehrt flaschenförmigen Sterigmen werden durch successive Sprossung die Sporenketten abgeschnürt.

Die Länge der Conidienträger beträgt durchschnittlich 280—300 $\mu$.

---

1) Der Erwähnung werth scheint mir noch Folgendes: Zufällig nahm ich einmal einige Eprouvetten mit 3 pCt. Salzagar, welches Prof. MOLISCH bei Beschäftigung mit einer wissenschaftlichen Frage verwendet, und impfte. Die Untersuchung der auftretenden Mycelien ergab, dass der *Aspergillus* auch auf einem so salzreichen Nährboden vegetiren und fructificiren kann; allerdings waren die Fruchtträger und die Sporen etwas abnormal.

Die Conidien sind rund, glatt und haben die Grösse von 3—4,2 $\mu$. Ihre Farbe, die, wie früher bemerkt, je nach Nährboden und Alter, zwischen grau, grüngrau, olivengrün, braun schwanken kann, stellt meist ein erdiges Graugrün dar. Die Sporen treiben gewöhnlich nur einen Keimschlauch.

Die Versuche, welche die pathologische Wirkung dieses Pilzes ergründen sollen, werden im patholog.-anatomischen Institute der k. k. deutschen Universität Prag gemacht und seiner Zeit von diesem veröffentlicht werden.

Pflanzenphysiolog. Institut der k. k. deutschen Universität Prag.

## Erklärung der Abbildungen.

Alle Figuren sind bei einer 460fachen Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 1. Theile eines auf Fleischagar aus einer Conidienspore gezogenen Myceliums. *a* zwei normale Hyphen, bestehend aus cylindrischen Zellen (von der Oberfläche des Substrates die starke, die zarte aus dem Substrate selbst). *b* ein Mycelfaden mit blasig aufgetriebenen Zellen. *c* ein normaler Conidienträger. An der einen Seite sind die Sporenmassen entfernt.

„ 2. Stück eines Mycels, welchem Kuhmistdecoct als Nährboden diente: *a* an den Querwänden bemerkt man nur kleine Knötchen. An den Stellen *b* wird das Bild des Internodialknotens bei Gramineen nachgeahmt.

„ 3. Einige Hyphen aus 5procentiger Zuckerlösung, welche Anastomosen bilden.

„ 4. Opuntienartiges, knorriges Wachsthum der Hyphen in Molisch's Nährlösung. An diesem Mycel sieht man *a* einen Conidienträger, der offenbar in die Nährlösung gesunken und an dem nun eine lebhafte Zellwucherung auftritt.

„ 5. Ein solches Conidienträgerköpfchen von einem Mycel aus Pflaumendecoct.

„ 6. Mycel von einer Brodcultur: *a* Zellen älterer Hyphen. Jede Zelle birgt in ihrem Innern einen oder zwei grosse, stark lichtbrechende Tropfen, wahrscheinlich Fett. *b* Gemmen, an deren einer ein kümmerlicher Conidienträger zur Entwickelung kam. *c* abgestorbene Hyphentheile.

## 55. P. Magnus: Mycel und Aufbau des Fruchtkörpers eines neuen Leptothyrium.

Mit Tafel XXIII.

Eingegangen am 20. Juli 1901.

Herr J. BORNMÜLLER hatte mir auch freundlichst einen Pilz mitgetheilt, den er auf einem Exemplar eines von Herrn LITWINOW 1898 bei Askabad in Turkmenien gesammelten *Calligonum comosum* bemerkt hatte. Da nach SACCARDO, Sylloge Fungorum, Vol. XIII und XIV, kein parasitischer Pilz auf *Calligonum* bisher bekannt ist, und da das Mycel und der Bau und die Anlage des Fruchtkörpers einiges Interesse bieten, so will ich ihn etwas eingehender erörtern.

Der Pilz gehört zur Gattung *Leptothyrium*, und ich benenne ihn nach dem Einsender, der ihn auf dem *Calligonum* entdeckt hatte, *Leptothyrium Bornmülleri* P. Magn.

Das *Leptothyrium* wurde an den oberen dünnen Zweigen des *Calligonum* bemerkt. Es trat dort in unregelmässigen Gruppen an den langen Internodien auf (s. Fig. 1 und 2). Es tritt sowohl mitten auf den Internodien auf, als auch den Knoten genähert.

Die oberen dünnen Zweige von *Calligonum* werden aus sehr langen Internodien gebildet, die an ihrem oberen Ende nur ganz niedrige, scheidenförmige Blättchen tragen (s. Taf. XXIII, Fig. 1 und 2). Dem entsprechend ist, wie bei vielen Xerophyten, die Function der Assimilation auf die Achse übergegangen. Die Internodien von *Calligonum comosum* zeigen daher unter der Epidermis eine geringe Lage lockeren Parenchyms, das von Collenchymgruppen unterbrochen wird (s. Fig. 10) und dem sich eine mächtige Lage engen Pallisadenparenchyms anschliesst. Letzteres ruht auf einem Cylinder (im Querschnitte einem Kreise) von breiteren, niedrigeren, chlorophyllführenden Parenchymzellen, der wie eine Schutzscheide oder Endodermis[1]) ein centrales Parenchym umgiebt, in dem das Mark und der Ring der Gefässbündel enthalten sind. Letztere liegen in den einjährigen Aestchen einzeln durch breitere Markstrahlen von einander getrennt. Ihr nach aussen gelegenes Libriform ist meist durch ein bis zwei Parenchymschichten, die häufig Krystalldrusen enthalten, von dieser chlorophyllführenden Endodermis getrennt; seltener liegt es ihr mit wenigen Zellen unmittelbar an (s. Fig. 11).

Der Pilz tritt, wie gesagt, in localen unregelmässigen Gruppen

1) G. VOLKENS nennt sie in seinem Werke: Die Flora der Aegyptisch-Arabischen Wüste auf Grundlage anatomisch-physiologischer Forschungen (Berlin 1887) mit Bezug auf ihre Function „Sammelzellen“.

auf. Wo er die Gruppen von Fruchtkörpern bildet, kann man leicht sein Mycel durch das in seiner Anordnung durch das Mycel alterirte Pallisadenparenchym hindurch bis in die Zellen der grünen Endodermis verfolgen. Innerhalb dieser grünen Endodermis habe ich das Mycel nicht gefunden.

An den von *Leptothyrium Bornmülleri* befallenen Stellen sind nun die Zellen dieser grünen Endodermis vollständig vom Pilzmycel erfüllt (s. Fig. 3, 4 und 11). Es tritt unter Durchbohrung der Seitenwände von Zelle zu Zelle und ist in jeder Zelle des Cylinders der grünen Endodermis enthalten in der Ausdehnung der localen Pilzaffection. Von diesen Zellen aus durchbohrt es deren äussere Wandung und vegetirt nun intercellular in der Rinde zwischen den durch seinen Angriff sehr veränderten Pallisadenzellen, sowie zwischen den Zellen des lockeren subepidermalen Parenchyms, und zwar ohne Haustorien. Sodann wächst das Mycel zwischen den Epidermiszellen nach aussen und bildet hier die Fruchtkörper zwischen der oberen Wandung der Epidermiszellen und der abgehobenen Cuticula. Wir haben hier also den sehr merkwürdigen Fall vor uns, wo das Mycel sich nur so weit im Gewebe ausbreitet, als das Gewebe noch Chlorophyll führt. Es wächst intracellular in der innersten breit-parenchymatischen Schicht des chlorophyllführenden Gewebes, durchbohrt dessen Aussenwandung und wächst nun intercellular zwischen den engeren Zellen der chlorophyllführenden Rinde. Wahrscheinlich entlehnt es ausser deren Eiweissstoffen hauptsächlich die im Chlorophyll assimilirten Kohlenhydrate und wächst intracellular in den breit-parenchymatischen Zellen des grünen, endodermisähnlichen Cylinders (der Sammelzellen von G. Volkens), weil es so die dort befindlichen Stärkekörner angreift, während es zwischen den schmäleren Pallisadenparenchymzellen zur Bildung der Fruchtkörper auswächst. Aehnliches, das sich hiermit morphologisch vergleichen liesse, kenne ich nur bei einigen Ustilagineen. Doch lässt sich auch physiologisch damit vergleichen, dass bei den parasitischen Uredineen es die im inneren Gewebe des befallenen Pflanzentheiles einherziehenden Hyphen sind, die häufig Haustorien in die Zellen entsenden und letztere mittelst der Haustorien aussaugen, während von den sich zur Anlage der Rasen oder der Aecidienbecher unter der Epidermis verflechtenden Hyphen nur wenige derselben Haustorien in die benachbarten Zellen des Wirthes hineinsenden können. Auch hier liefern die im inneren Gewebe wachsenden Hyphen den mittelst der Haustorien den Wirthszellen entnommenen Baustoff den sich zur Bildung der Fructification verflechtenden Hyphen.

Die Fruchtkörper des *Leptothyrium Bornmülleri* werden also zwischen der entblössten äusseren Wandung der Epidermiszellen und der davon abgespaltenen Cuticula gebildet. Ueber dem inneren Theile der äusseren Wandungen der Epidermiszellen bilden die zwischen

den Epidermiszellen heraustretenden Mycelfäden den Fruchtboden des Fruchtkörpers, d. h. ganz niedrige Sterigmen, welche die einzelligen Sporen abschnüren. In der durch den sich bildenden Fruchtkörper abgehobenen Cuticula breiten sich ebenfalls Pilzhyphen aus, die eine dichte, lückenlose, einschichtige Lage von Zellen bilden (s. Fig. 3 und 5), welche eine Decke des Fruchtkörpers darstellt. Wegen dieser Decke gehört eben der Pilz nicht in die Gattung *Gloeosporium*, woran ich zuerst dachte, sondern zu *Leptothyrium*.

Die Fruchtkörper sind etwa 200 $\mu$ lang und ebenso breit, oder etwas schmäler (s. Fig. 2, die etwa 5mal vergrössert ist). Sie bilden sich daher über einem ziemlich ausgedehnten Felde von Epidermiszellen. Die Fruchtkörper sind daher flach schildförmig (dimidiata); sie sind schwarz. Sie haben aussen eine einschichtige Decke, die durch die vom Fruchtboden gebildeten ausgewachsenen Sporen gesprengt wird (s. Fig. 3). Die im Bereiche des Fruchtbodens zwischen den Epidermiszellen heraustretenden Pilzhyphen bilden die Sterigmata, die den flachen Boden des Fruchtkörpers vollständig einnehmen. Die Sterigmata bleiben ganz kurz und niedrig und schnüren die einzelligen Sporen ab. Die Sporen (s. Fig. 6—9) sind hyalin, einzellig, länglich oval, doch oft die eine Seite etwas stärker gewölbt als die andere, durchschnittlich 16 $\mu$ lang und 5,5 $\mu$ breit.

Zu welcher Ascomyceten-Gattung dieses *Leptothyrium Bornmülleri* P. Magn. gehören mag, darüber wage ich nicht einmal Vermuthungen auszusprechen.

Die beigegebenen Figuren hat Herr Dr. PAUL ROESELER bei mir nach der Natur gezeichnet.

---

**Erklärung der Abbildungen.**

Fig. 1. *Leptothyrium Bornmülleri* auf *Calligonum comosum*. Natürl. Gr.
„ 2. Dasselbe, etwa 5mal vergr.
„ 3. Querschnitt des *Calligonum comosum* mit zwei benachbarten Fruchtkörpern. Man sieht die innerste Chlorophyllschicht mit Mycel erfüllt. Vergr. 162.
„ 4. Theil eines solchen Querschnittes. Vergr. 420.
„ 5. Einschichtige Decke des Fruchtkörpers an der abgehobenen Cuticula in einem mehrfach umgeschlagenen Stücke. An den Umschlagungsstellen sieht man die Seitenwände der collabirten Pilzzellen der Wandung hervorragen. Vergr. 420.
„ 6—9. Einzelne Conidien. Vergr. 765.
„ 10. Querschnitt des peripherischen Theiles eines Fruchtkörpers mit dem darunter befindlichen intercellularen Mycel.
„ 11. Querschnitt des inneren Theiles des chlorophyllführenden Gewebes eines von *Leptothyrium Bornmülleri* besetzten Fleckens. Man sieht das intracellulare Mycel in den Zellen des Cylinders der innersten breiten und niedrigen, Chlorophyll führenden Parenchymzellen, und wie es aus diesen Zellen heraustritt und in den Intercellularräumen des modificirten Pallisadenparenchyms weiter wächst.

---

# 56. Eduard Strasburger: Einige Bemerkungen zu der Pollenbildung bei Asclepias.

Mit Tafel XXIV.

Eingegangen am 25. Juli 1901.

Dank den zahlreichen Arbeiten aus neuester Zeit darf wohl die Homologie zwischen den in Pollen- und Embryosackmutterzellen sich abspielenden Entwickelungsvorgängen als klar gelegt gelten. Meine Aufgabe aber soll es hier nicht sein, die umfangreiche Litteratur, die auf diesen Gegenstand Bezug hat, aufzuzählen. Sie ist jedem zugänglich und in botanischen Zeitschriften hinlänglich besprochen worden. Das Facit lautet dahin, dass die Pollenmutterzellen und Embryosackmutterzellen homolog sind. In den Embryosackmutterzellen muss derjenige Entwickelungsgang als der wenigst abgeleitete gelten, bei welchem vier Tochterzellen entstehen, von denen eine zum Embryosack wird, während die anderen auch wohl noch den ersten Anlauf zur weiteren Entwickelung nehmen können, meist aber vorher schon verdrängt werden. Der am meisten abgeleitete Fall ist jener, wo die Embryosackmutterzelle direct sich zum Embryosack ausbildet. Da liegt eine weit fortgeschrittene Reduction der ursprünglichen Ontogenese vor.

Das Merkmal, an welchem in dem Gewebecomplex des Nucellus die Embryosackmutterzelle sich als solche erkennen lässt, ist die Reduction der Chromosomenzahl im Kern. Speciell auf diesen Punkt gerichtete Untersuchungen haben ergeben, dass diese numerische Reduction der Chromosomen auch dann erst in der Embryosackmutterzelle sich vollzieht, wenn diese, in Folge der Entwickelungsverkürzung, direct zum Embryosack wird. An die numerische Reduction der Chromosomen schliesst sich in dem von ihr betroffenen Kern eine heterotypische Theilung an. Die heterotypische Theilung wird aber unter allen Umständen von einer homöotypischen, diese von einer typischen gefolgt. Daher die heterotypische Theilung zwar immer die Embryosackmutterzelle kennzeichnet, die aus ihr und der homöotypischen Theilung hervorgehenden Producte aber verschieden sein können. Entweder liefern sie Embryosackanlagen oder deren Einschlüsse. In dem am wenigsten abgeleiteten Falle gehen aus der heterotypischen und der homöotypischen Theilung vier Embryosackanlagen hervor, genau so wie in Pollenmutterzellen diese beiden Theilungsschritte die vier Pollenkörner liefern. In jenem extremen Falle, wo die Embryosackmutterzelle selbst zum Embryosack wird,

kommen die aus der heterotypischen und homöotypischen Theilung hervorgegangenen vier Kerne zu Paaren in die beiden Embryosackenden und erzeugen beim nächsten Theilungsschritt den Eiapparat, die Gegenfüsslerinnen und die beiden Polkerne.

Eine ähnliche Verkürzung der Ontogenese, wie sie uns in Embryosackmutterzellen so oft entgegentritt, ist in Pollenmutterzellen bis jetzt nicht beobachtet worden, zum Mindesten erscheinen einige ähnlich lautende Angaben dort fraglich. Das darf nicht Wunder nehmen, denn eine Einschränkung der Zahl weiblicher Geschlechtsproducte im Verhältniss zu den männlichen macht sich aus guten Gründen mit fortschreitender Entwickelung im ganzen organischen Reiche geltend. Die Heterosporie ist bei den Pteridophyten sofort mit einer Reduction der Zahl der Makrosporenmutterzellen und zum Theil schon mit der Einschränkung der Weiterentwickelung auf nur eine Tochterzelle einer einzigen Makrosporenmutterzelle verbunden. Aehnliches lässt sich hingegen für Mikrosporenmutterzellen dort nirgends nachweisen. Und auch bei Phanerogamen steht nur ein Fall fest, in welchem die Mikrosporenmutterzellen, zwar ohne selbst eine Zahlenreduction zu erfahren, von ihren Tochterzellen nur je eine zur Weiterentwickelung bringen.

Dieser Fall liegt bei den Cyperaceen vor.

WILLE gab im Jahre 1882 zuerst an[1]), dass die Pollenmutterzellen der Cyperaceen zwar durch zwei auf einander folgende Kerntheilungen vier Kerne erzeugen, aber nur je ein Pollenkorn liefern. Ich fand dasselbe im Jahre 1884[2]), constatirte zugleich, dass die vier Kerne in jeder Pollenmutterzelle nicht, wie es WILLE angab, mit einander verschmolzen, vielmehr drei von ihnen zur Seite gedrängt werden, während der vierte dem einzigen Pollenkorne, das sich entwickelt, zufällt. Dass eine Verschmelzung der Kerne zu einem einzigen Pollenkern in einem solchen Falle möglich sein sollte, würde unseren heutigen Kenntnissen gemäss schwer anzunehmen sein, im Jahre 1882 war das aber noch möglich. Dass thatsächlich diese Verschmelzung nicht vorliegt, zeigte neuerdings auch wieder JUEL in seiner der Pollenentwickelung bei *Carex* gewidmeten Studie[3]). Es liegt also in diesem vereinzelten Falle, den uns die Cyperaceen dar-

1) Om Pollenkornenes Udvikling hos Juncaceer og Cyperaceer. Christiania Vidensk. Selsk. Forhandl. 1882, No. 16. Und ausführlicher: Ueber die Entwickelungsgeschichte der Pollenkörner der Angiospermen und das Wachsthum der Membranen durch Intussusception. Christiania Vidensk. Selsk. Forhandl. 1886, No. 5, p. 41).

2) Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen als Grundlage für eine Theorie der Zeugung. 1884, S. 11.

3) Beiträge zur Kenntniss der Tetradentheilung. III. Die Entwickelung der Pollenkörner bei *Carex*. Jahrb. für wiss. Botanik, Bd. XXXV, 1900, S. 649.

bieten, etwas Aehnliches vor wie bei der Entwickelung der Makrosporen aus ihren Makrosporenmutterzellen bei Hydropterideen. Zum Unterschied gegen jene findet aber in den Antherenfächern, also den Mikrosporangien der Cyperaceen, nicht eine Verdrängung der Mutterzellen bis auf eine statt, so dass die Zahlenreduction der erzeugten Pollenkörner, also Mikrosporen, bei Weitem nicht so extrem ausfällt. Thatsächlich wäre der Nutzen einer solchen Reduction der Pollenmenge hier auch nicht einzusehen, ja die so schon gegebene Einschränkung der Zahl ist schwer zu erklären, da alle Cyperaceen Windblüthler[1]) sind, eine grosse Menge von Pollen ihnen daher Noth thut.

WILLE führte in seiner Arbeit von 1886[2]) auch noch andere Fälle an, wo weniger als vier Pollenkörner aus einer Pollenmutterzelle hervorgehen; doch er vereinigte sie alle mit Recht unter den Begriff von „Missbildungen“, die als solche mit den hier behandelten Fragen nichts zu thun haben.

Es bleibt also nur der Fall der Asclepiadeen, der immer noch in der Litteratur seinen Platz findet. WILLE gab im Jahre 1886[3]) an, es scheine ihm, dass bei *Asclepias* ganze Massen ungetheilter Pollenmutterzellen von einer exineartigen Membran umgeben seien. Das glaubte ich im Jahre 1889[4]) bestätigen zu können. Ich hielt die radial gestreckten Zellen, die das junge Pollenfach bei *Asclepias syriaca* füllen, für „Urmutterzellen“ und liess sie in vier oder weniger Zellen sich theilen, die ich als Pollenmutterzellen bezeichnete und die ohne weitere Theilung den zum Pollinium vereinigten Pollen liefern sollten. Dem entgegen behauptete CHAUVEAUD[5]) im Jahre 1892, dass bei *Cynanchum* eine Theilung der Pollenmutterzelle sich vollziehe, doch lauteten seine Angaben so, dass aus ihnen, wie schon JUEL hervorhob[6]), eine bestimmte Schlussfolgerung sich nicht ziehen liess. Denn nur eine einzige Theilung der Pollenmutterzellen wird angegeben. Daher auch SYDNEY H. VINES in seinem Lehrbuch der Botanik behaupten konnte[7]), dass bei *Asclepias* jede Mutterzelle direct zum Pollenkorn im Pollinium werde und seine Angabe sich in einem diesjährigen Aufsatz von GEO. F. ATKINSON[8]) über die Homologien und den wahrscheinlichen Ursprung des Embryosacks noch wiederfindet.

1) PAUL KNUTH, Handbuch der Blüthenbiologie. Bd. II, Theil II, 1899, S. 527.
2) l. c., S. 56ff.
3) l. c., S. 41.
4) Ueber das Wachsthum vegetabilischer Zellhäute. Histologische Beiträge, Heft II, S. 80.
5) De la reproduction chez le Dompte-venin. Paris, Dissert., p. 41ff.
6) l. c., Jahrb. für wiss. Botanik. Bd. XXXV, 1900, S. 650.
7) A Students Text-Book of Botany. 1895, S. 435.
8) On the Homologies and probable Origin of the Embryo-Sac. Science N. S. Vol. XIII, No. 327, p. 537.

An sich wäre die Möglichkeit, dass bei *Asclepias* die Pollenmutterzellen direct zu Pollenkörnern werden, nicht ausgeschlossen. Warum sollte in der That sich nicht einmal in den Pollenmutterzellen eine ähnliche Reduction vollzogen haben, wie sie die Embryosackmutterzellen so mancher Familien der Angiospermen aufweisen. Dann musste ich aber auf Grund meiner sonstigen Kenntnisse erwarten, dass in solchen direct aus Pollenmutterzellen hervorgegangenen Pollenzellen die zur Bildung des generativen und vegetativen Kernes führende Theilung eine heterotypische sei und die Theilung des generativen Kernes sich dann homöotypisch vollziehe. Ja, bei der Tendenz auf die numerische Reduction der Chromosomen rasch zwei Theilungen folgen zu lassen, wäre hier wo möglich ein sehr rasches Eintreffen der ersten Theilung im Pollenkorn zu erwarten, und ihr hätte eine zweite Theilung schon im Pollenkorn, und nicht erst im Pollenschlauch folgen, event. sich auch am vegetativen Kern vollziehen können. Diese vom theoretischen Standpunkt nicht unwichtige Frage veranlasste mich, *Asclepias Cornuti* auf seine Pollenbildung hin zu prüfen. Das Resultat ergab alsbald, dass alle theoretischen Speculationen über diesen Fall überflüssig waren, da auch *Asclepias* sich dem allgemeinen Schema der Pollenbildung fügt. Die Pollenmutterzellen der Asclepiadeen liefern, so wie andere Pollenmutterzellen, je vier Pollenzellen, und diese sind es, und nicht Pollenmutterzellen, welche das Pollinium zusammensetzen. Dessen ungeachtet bot doch die Pollenentwickelung der Asclepiadeen einige interessante Einzelheiten und bestimmte mich auch, wegen der sehr einladenden Anordnung der Zellen, der Centrosomenfrage nochmals nachzuforschen.

Aus letzterem Grunde liess ich keine der bewährten Fixirungsmethoden an diesem Object unversucht und wandte auch ausser dem in unserem Institut besonders erprobten Dreifärbungsverfahren auch jene Färbungsmittel an, welche für Centrosomennachweis bei thierischen Objecten am sichersten zum Ziele führen.

Quer- und Längsschnitte durch Blüthenanlagen von *Asclepias Cornuti* lehren, dass in derselben Weise wie sonst üblich, das sporogene Gewebe der Theilung einer hypodermalen Zellschicht der Staubblattanlage seine Entstehung verdankt. Es stellt meist nur eine einfache Schicht, annähernd radial oder etwas schräg zu der Blüthenachse orientirter und in dieser Richtung gestreckter Zellen dar. Diese Zellen entsprechen in ihrer Entstehung den Pollen-Urmutterzellen WARMING's[1]), fungiren aber nachweislich bereits als Pollenmutterzellen. Darin liegt an sich nichts Besonderes, da es auch an anderen ähnlichen Vorkommnissen nicht mangelt, und *Malva, Datura, Mentha*,

1) Ueber Pollen bildende Phyllome und Kaulome. Abhandl. von HANSTEIN, Bd. II, Heft 2, 1873, S. 31.

*Chrysanthemum* als derartige Beispiele, in Anschluss an WARMING, in den Lehrbüchern angeführt werden. Auffällig erscheint aber immerhin, dass die Pollenmutterzellen bei *Asclepias* in Theilung eintreten, ohne sich zuvor zu trennen und abzurunden, und dass sie ihre beiden Theilungen in derselben Richtung vollziehen. Was für ihre Pollenmutterzellnatur sofort entscheidet, das ist die Zahlenreduction der Chromosomen, die sich in ihren Kernen nachweisbar vollzieht. Ich zählte meist gegen zehn Chromosomen in der Aequatorialplatte dieser Kerne und gelangte schliesslich zu der Ueberzeugung, dass diese Zahl die hier herrschende sei. Die Zahl zehn war mir bisher in den Reductionsbildern generativer Zellen nicht vorgekommen, doch stellte sie vor Kurzem im hiesigen Institut F. E. LLOYD auch für eine *Crucianella* fest, während andere Rubiaceen ihm die Zahl zwölf ergaben. Die Theilungsbilder, die ich in den Geweben jüngster Samenanlagen von *Asclepias* stets zahlreich antraf, wiesen eine weit grössere Zahl von Chromosomen als jene der Pollenmutterzellen auf. Bei der Kleinheit der Chromosomen in den vegetativen Zellen war ihre ganz sichere Abzählung nicht möglich, doch wiesen die Kernplatten oft bestimmt gegen 20 Elemente auf, wie denn das Bild Fig. 12 die Wiedergabe von 18 bis 19 Elementen mit einiger Sicherheit gestattete. Auch Seitenansichten der Kernplatten in den Pollenmutterzellen (Fig. 2) und den vegetativen Geweben (Fig. 13) geben beim Vergleich diesen Zahlenunterschied der Chromosomen sofort an.

Auch die Chromosomen der Pollenmutterzellen sind sehr klein, was um so mehr auffällt, als die ruhenden Kerne dieser verhältnissmässig grossen Zellen einen bedeutenden Durchmesser aufweisen (Fig. 1). Doch sind diese Kerne eben sehr inhaltsarm und nur durch ein auffallend grosses Kernkörperchen ausgezeichnet. Eine sehr schmächtige Kernspindel (Fig. 2), deren fein ausgezogene Enden sich meist eine Strecke weit in dem Cytoplasma der Mutterzelle verfolgen lassen, geht aus diesen Kernen hervor. Die Längsachse der Kernspindel fällt mit jener der Pollenmutterzelle zusammen, so dass man es in seiner Gewalt hat, die Bilder in den Schnitten in der gewünschten Lage zu bekommen. Da die sämmtlichen Pollenmutterzellen eines Antherenfaches in demselben Theilungsstadium sich befinden, so lassen sich stets zahlreiche Ansichten desselben Zustandes mit einander vergleichen. Die Chromosomen sind zu klein, als dass ein näheres Eindringen in den Theilungsvorgang bei ihnen möglich wäre. Ich begnügte mich mit der Abzählung der aus einander weichenden Tochterchromosomen (Fig. 4, 5) und der Feststellung ihrer verringerten Grösse. Zwischen den beiden Tochterkernanlagen wird ein linsenförmiger Complex von Verbindungsfäden ausgebildet (Fig. 6) und durch Vermittelung seiner Zellplatte eine Quertheilung der Pollen-

mutterzelle in zwei gleich grosse Tochterzellen vollzogen. Die Kerne erreichen in diesen Zellen den vollen Ruhezustand und fallen dann wieder durch ein verhältnissmässig grosses Kernkörperchen und ihre sonstige Inhaltsarmuth auf. In Vorbereitung zum weiteren Theilungsschritt, der alsbald folgt, strecken sich die Kerne lang spindelförmig (Fig. 7). Eine ähnliche Erscheinung lässt sich auch schon beim ersten Theilungsschritt beobachten. Diese Streckung stellt sich besonders in den schmäleren Zellen der Staubfachmitte ein, während die kürzeren und breiteren Randzellen gleichzeitig annähernd runde oder ellipsoidische Kerne aufweisen. Der zweite Theilungsschritt erfolgt in derselben Richtung wie der erste, so dass nach seinem Abschluss jede Pollenmutterzelle, so wie das unsere Fig. 8 zeigt, in vier hinter einander liegende Zellen zerlegt erscheint. Dass die zweite Kerntheilung hier eine homöotypische ist, lässt sich aus dem etwas abweichenden Aussehen der Kernplattenelemente wohl schliessen, bei der Kleinheit dieser Elemente, die körnchenartig erscheinen, aber nicht beweisen. Unser Bild Fig. 8 führt den medianen Längsschnitt durch ein Antherenfach vor. In dem gegebenen Falle war, wie meist, die Pollenmutterzellenschicht durchgehends einfach, doch sind mir auch Staubfächer vorgekommen, in welchen, bei besonders schräger Orientirung der Pollenmutterzellen, diese stellenweise in doppelter Lage auftraten. Sowohl die einzelnen Pollenzellreihen, wie auch die Pollenzellen in jeder Reihe, sind durch sehr zarte Wände getrennt, die alsbald etwas verdickt werden. Eine stärkere Verdickung erfährt nur die gemeinsame Aussenwand des Polliniums. Diese Verdickungsschichten sind cutinisirt und müssen als polleneigene Wände, als die Exine der einzelnen Körner gelten. Zu dieser Zeit beginnen die Pollenkörner auch sich mit körnigen Stoffen zu füllen. Der Inhalt manches Pollenkorns wird dabei besonders grobkörnig und speichert begieriger Farbstoff auf. Solche Zellen collabiren später und werden mehr oder weniger vollständig verdrängt. Das findet in weit höherem Masse in den oberen sich verschmälernden Enden und an den Seitenwänden der Pollinien, als in ihrem mittleren Theile statt. Durch jene Verdrängungen einzelner Zellen und sonstige Verschiebungen bei Grössenzunahme verwischt sich stellenweise die ursprüngliche Anordnung der Pollenkörner mehr oder weniger vollständig. Erst kurz vor der Reife wird in jedem Pollenkorn die Theilung ausgeführt, durch welche es in eine verhältnissmässig kleine generative und weit grössere vegetative Zelle zerlegt wird (Fig. 11). Die doppelschichtigen Tapetenzellen bleiben bis in diese Entwickelungsstadien hinein erhalten und haben nur zum Theil ihren Inhalt eingebüsst. Sie erscheinen jetzt körnerarm, schaumig. Mehr oder weniger vollständig resorbirt sind sie erst in der geöffneten Blüthe. Die einzelnen Pollenkörner weisen jetzt eine

ziemlich starke Intine auf. Diese ist es, die zum Pollenschlauch auswächst, nachdem ein Insect das Pollinium in eine Narbenkammer übertrug. Während der Bildung der Pollenschläuche werden die zarten Mittellamellen, die ursprünglichen Mutterzellwände, zwischen den Pollenkörnern gelöst, und sie treten mehr oder weniger aus dem Verbande. Durch Quellung der Pollenkörner und Bildung der Schläuche wird auch die gemeinsame Aussenwandung des Polliniums gesprengt.

Was in der Theilungsart der Pollenmutterzellen von *Asclepias* besonders instructiv erscheint, das ist die volle Uebereinstimmung mit der Theilungsart der Embryosackmutterzellen, so weit als diese vier Embryosackanlagen liefern. Die Aehnlichkeit wird noch auffälliger dort, wo mehrere Embryosackmutterzellen vorhanden sind, mit demselben annähernd parallelen Verlauf wie ihn die Pollenmutterzellen bei *Asclepias* aufweisen. Mir trat ein solcher Fall für Embryosackmutterzellen zum ersten Mal bei *Rosa livida* entgegen[1]); seitdem haben sich ähnliche Beobachtungen gemehrt. Das Verhalten der Pollenmutterzellen von *Asclepias* beweist für alle Fälle, dass in der Theilungsrichtung ein principieller Gegensatz zwischen Pollen- und Embryosackmutterzellen nicht zu suchen ist. Augenscheinlich entscheiden die Raumverhältnisse in den Pollenfächern von *Asclepias* über die Richtung, in welcher die Theilung der Pollenmutterzellen fortschreitet, und dasselbe lässt sich auch für die Theilungsrichtung der Embryosackmutterzellen annehmen. Im Uebrigen sind auch schon andere Fälle bekannt, in welchen die aus einer Pollenmutterzelle hervorgegangenen Enkelzellen sich unter Umständen in einer einzigen Reihe anordnen können. So bei jenen Orchideen, deren Pollenmutterzellen vereinigt bleiben, wo für die Theilung der letzteren somit ähnliche Bedingungen wie bei den Asclepiadeen bestehen. Für *Orchis mascula* giebt demgemäss WILLE[2]) an, dass, wenn deren Urmutterzellen im Antherenfach „sehr lang und schmal gewesen sind“, „alle Specialmutterzellen in einer Reihe liegen“ können. Nicht uninteressant erscheint es, dass bei den meist den Asclepiadaceen beigezählten Periplocoideen, deren Blüthenstaub in Vierergruppen vereinigt ist, die Pollenzellen in diesen Gruppen gelegentlich auch gerade Reihen bilden. Einen solchen Fall reproducirt SCHUMANN[3]) in den Natürlichen Pflanzenfamilien für *Atherandra pubescens.* Bei *Periploca graeca* fand ich vorwiegend Vierergruppen mit zwei mittleren Zellen und je einer Endzelle. Kommen im Präparat die beiden

1) Die Angiospermen und die Gymnospermen. 1879, S. 14 und Taf. IV.

2) Ueber die Entwickelungsgeschichte der Pollenkörner der Angiospermen. 1886, S. 40.

3) ENGLER und PRANTL, IV. Theil, 2. Abth., 1895, S. 196, Fig. 64, *H* rechts, S. 217.

mittleren Zellen über einander zu liegen, so bekommt man nur eine Reihe von drei Zellen zu sehen. Eine Anordnung zu vier in gerader Richtung auf einander folgender Zellen kam mir hier nicht vor.

Für den Nachweis von Centrosomen, falls solche vorhanden wären, schienen die Pollenmutterzellen von *Asclepias* wie geschaffen. Denn ihre radiale Anordnung, sowie ihre Theilungen, die eine Richtung einhalten, ermöglichen es, die Schnitte ganz nach Bedarf zu orientiren. Dazu kommt, dass das Cytoplasma der Pollenmutterzellen zur Zeit ihrer Theilungen fast frei von allen körnigen Einschlüssen ist, solche Körnchen somit meist auch fehlen, welche die Centrosomen verdecken oder ihre Unterscheidung erschweren könnten.

Das Alles veranlasste mich, die Frage nach dem Vorhandensein von Centrosomen bei den höher organisirten Pflanzen hier nochmals aufzunehmen, eine Frage, die ich, der eigenen Ansicht nach, zeitweise für hinlänglich erschöpft halte und die ich demgemäss ihrem Schicksal sonst ruhig überlassen hätte. Ich will damit nicht behaupten, dass der Nachweis von Centrosomen ein für alle Mal bei den höher organisirten Pflanzen ausgeschlossen sei, wohl aber, dass die ganz neuerdings veröffentlichten Untersuchungen, welche diesen Nachweis behaupten, nicht geeignet sind, mich in meiner Auffassung der Sachlage zu beeinflussen. Das gilt von den Untersuchungen, die BERNARD[1]) über die Attractionssphären bei *Lilium candidum*, *Helosis guyanensis*, und noch mehr von jenen, die YAMANOUCHI[2]) für die Pollenmutterzellen von *Lilium longiflorum* veröffentlicht hat. Da habe ich doch viel zu viel in der vorzüglichsten Weise fixirte und tingirte Objecte solcher Art gesehen, als dass anders lautende Angaben meine Auffassung hier ohne Weiteres erschüttern könnten; es müssten denn völlig neue Hülfsmittel zum Nachweis der Centrosomen in Anwendung gekommen sein, was in den genannten Publicationen nicht der Fall ist. Zu berücksichtigen wäre auch, dass ich bei den niederen Gewächsen Centrosomen, wo vorhanden, sehr wohl nachzuweisen wusste, und damit auch ein Urtheil darüber gewann, was von einem Gebilde, welches als Centrosom, als Attractionssphäre oder dergleichen gelten soll, zu verlangen sei. Nicht minder bot sich mir oft auch Gelegenheit, die vorzüglichsten Präparate thierischer „Centralkörper" zu sehen. So hatte neuerdings der College FRIEDRICH MEVES die Gefälligkeit, mir seine ausgezeichneten Präparate von *Paludina* und von Myriopoden zu demonstriren. Gerade die Schärfe dieser Bilder, welche alle Zweifel an der Richtigkeit der Deutung ausschloss, veranlasste mich zu der Bitte, es möchte dem Assistenten am hiesigen botanischen

1) Recherches sur les sphères attractives de *Lilium candidum*, *Helosis guyanensis* etc. Journal de Botanique 1900, No. 4, 6 et 7.

2) Beihefte zum Bot. Centralblatt. Bd. X, 1901, S. 301.

Institut, Dr. MAX KÖRNICKE, gestattet sein, sich im anatomischen Institut zu Kiel in die dortige Technik des Centralkörpernachweises einzuarbeiten. Die Collegen FLEMMING und MEVES gingen bereitwilligst auf meine Bitte ein, und so konnten denn meine *Asclepias*-Präparate bereits genau nach den für thierische Objecte erprobten Methoden behandelt werden. Ueber dieses Verfahren wird demnächst Dr. KÖRNICKE eingehend berichten, ich selbst beabsichtige es auch bei späterer Gelegenheit zu thun. Hier sei nur vorausgeschickt, dass mein *Asclepias*-Material in verschiedener Weise fixirt und dann, zum Zweck des Centrosomennachweises, der Eisenhämatoxylinfärbung unterworfen wurde, mit Berücksichtigung aller jener Nebenumstände und Einschaltung aller jener Nebenoperationen, die sich bei thierischen Objecten bewährt haben. Das Resultat blieb jedoch negativ, so dass die Behauptung: Centralkörper müssten dessen ungeachtet noch bei den höher organisirten Pflanzen gefunden werden, zunächst nur den Werth einer persönlichen Ueberzeugung beanspruchen kann. Die theoretische Wahrscheinlichkeit, dass auch den höheren Pflanzen solche Centralkörper zukommen müssten, beherrschte mich auch seinerzeit und bedingte es, dass ich ebenfalls für deren Vorhandensein in den Pollenmutterzellen von *Larix* eintrat[1]). Später blieb mir, bei weiterer Ausdehnung meiner Erfahrung, nichts anderes übrig, als mich den gegentheiligen Ergebnissen zu fügen. Diese bestehen auch noch in diesem Augenblicke für mich zu Recht, und kann ich nicht verschweigen, dass mir das Gelingen des Nachweises individualisirter Centralkörper bei höher organisirten Pflanzen immer unwahrscheinlicher wird. Selbstverständlich bin ich bereit, diese Vorstellung jeden Augenblick mit einer besseren zu vertauschen, sobald letztere erwiesen wird. Ja, in theoretischer Beziehung wäre mir ein solcher Nachweis sogar erfreulich, weil er eine weitere Aehnlichkeit in den grundlegenden histologischen Vorgängen zwischen Metazoen und Metaphyten schaffen würde, eine Analogie, deren Ursache, wie in vielen anderen entsprechenden Fällen, nur durch den inneren Gang der Entwickelung bedingt sein könnte.

Zu *Asclepias* bemerkte seiner Zeit RACIBORSKI[2]): „Dagegen ist es verhältnissmässig leicht, die Centrosomen während der Theilung der Pollenmutterzellen von *Asclepias* sichtbar zu machen. Hier sind die Zellen im Verhältniss zu den Kernen enorm gross, mit Plasma dicht angefüllt, die karyolytischen Spindeln sind zwar schmal, aber sehr lang. An der Spitze derselben, und zwar ebenso bei Fixation mit Alkohol wie mit Salpetersäure oder HERMANN'scher Lösung und Färbung mit Haematoxylin, sind die Centrosomen — besonders

1) Karyokinetische Probleme. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXVIII, 1895, S. 179.
2) Flora Bd. 83. 1897, S. 351.

mit schwacher Vergrösserung untersucht — deutlich. Sind jedoch die Schnitte sehr dünn und die Linse stark genug, so erscheinen die vermeintlichen kugeligen Centrosomen nur als Centren der radiären Plasmastrahlungen.“ Mir sind genau centrirte Strahlungen in den Pollenmutterzellen von *Asclepias Cornuti* nicht entgegengetreten, wohl aber an den Enden der zur Theilung sich anschickenden Kerne, so wie nach den Spindelpolen, im Beginne der Anaphase, convergirende Strahlen, so wie ich sie in den Figg. 7 und 4 möglichst genau wiederzugeben versuchte. Da an den Orten, nach welchen die Strahlen convergiren, das Plasma dichter angesammelt ist, so treten solche Stellen, bei schwächerer Vergrösserung, wie Strahlungscentren hervor. Würden die Pollenmutterzellen von *Asclepias* individualisirte Centralkörper besitzen, so müssten diese schon an dem ruhenden Kern, wie ihn unsere Fig. 1 darstellt, zu entdecken sein. Das ist aber nie der Fall. Es gelingt dies auch nicht an den Enden so gestreckter Kerne, wie sie uns die Fig. 7 zeigt. Ebenso wenig fand ich sie an den Enden der langgestreckten Spindeln (Fig. 2), sowie den Spindelpolen in späteren Theilungsstadien (Fig. 4) und der Aussenseite junger Tochterkerne (Fig. 6). Da aus den Untersuchungen von MEVES und und V. KORFF[1]) neuerdings sich ergab, dass unter Umständen die Centralkörper in nicht unbedeutender Entfernung von den sichtbaren Spindelpolen liegen können, so wurden alle in Betracht kommenden Strecken auf sie durchsucht. Die radiale Anordnung der Pollenmutterzellen und ihrer Theilungsproducte musste auch diese Aufgabe begünstigen, förderte trotzdem ein positives Ergebniss nicht zu Tage.

MEVES[2]) hat neuerdings in den Spermatocyten der Süsswasserschnecke *Paludina vivipara* bei der zweiten Reifungstheilung Vorgänge beobachtet, die an die Anlage mehrpoliger Spindeln in pflanzlichen Pollenmutterzellen erinnern. Dabei waren an den zahlreichen Polen der Anlage Centralkörperchen nachzuweisen, die weiterhin zusammenrückten, um die Pole der zweipolig sich ausgestaltenden Spindel einzunehmen. Damit fielen die Einwände weg, die aus der Vielpoligkeit der Spindelanlagen in Pollenmutterzellen gegen das Vorhandensein von Centralkörperchen mehrfach erhoben wurden. Nichts desto weniger müssten aber doch in den Pollenmutterzellen die Centralkörperchen erst nachgewiesen werden, um berechtigten Anspruch auf Realität zu erlangen. Dieser geht ihnen zunächst noch ab.

Die Frage nach der Natur der Blepharoplasten in den Spermatiden der Pteridophyten und einiger Gymnospermen habe ich so eingehend

---

1) Zur Kenntniss der Zelltheilung bei Myriopoden, Archiv für mikr. Anat. und Entwickelungsgeschichte, Bd. 57, 1901, S. 481.

2) Ueber die sogen. wurmförmigen Samenfäden von *Paludina* und über ihre Entwickelung. Mitth. für den Verein Schlesw.-Holst. Aerzte, Jahrg X, Nr. 1. 1901.

in meiner Arbeit „über Reductionstheilung, Spindelbildung, Centrosomen und Cilienbildner im Pflanzenreich“ [1]) behandelt, dass ich dieser Erörterung hier nichts Neues hinzuzufügen wüsste. Ich bin auch jetzt gegen die Deutung dieser Gebilde als Centrosomen. Massgebend für meine Auffassung wurden im Besonderen phylogenetische, auf den Vergleich sich gründende Gesichtspunkte. Doch da sich über die Beweiskraft phylogenetischer Speculationen streiten lässt, so muss ich hier auch den entgegengesetzten Standpunkt gelten lassen. Daran halte ich aber unter allen Umständen fest, dass auch durch die Deutung der Blepharoplasten als Centrosomen das Vorhandensein der letzteren an anderen Orten bei den höher organisirten Pflanzen nicht erwiesen ist.

Eine an *Cynanchum Vincetoxicum* gleichzeitig durchgeführte Paralleluntersuchung ergab, dass sich die Dinge dort nicht anders als bei *Asclepias* verhalten. Doch sind die Pollenmutterzellen bei *Cynanchum* weit steiler emporgerichtet, dazu weniger zahlreich, und nicht nach der gemeinsamen Mutterachse, sondern seitwärts orientirt. Aus dem steilen Aufsteigen der Pollenmutterzellen erklärt es sich, warum Querschnitte durch das Pollinium vorwiegend nur zwei Lagen Pollenkörner ergaben. Diese Bilder mögen wohl auch die Angabe CHAUVEAUD's veranlasst haben, dass die Pollenmutterzellen von *Cynanchum* nur eine einzige Theilung erfahren.

---

## Erklärung der Abbildungen.

*Asclepias Cornuti.*

Fig. 1. Theil einer Pollenmutterzelle mit Kern. Sublimat-Eisessig. Eisen-Hämatoxylin. Vergr. 1500.

„ 2. Kernspindel des ersten Theilungsschrittes. Sublimat-Eisessig. Eisen-Hämatoxylin. Vergr. 1500.

„ 3. Kernplatte des ersten Theilungsschrittes in der Polansicht. Sublimat-Eisessig. Dreifärbung. Vergr. 1500.

„ 4. Auseinanderziehen der Tochterchromosomen bei der ersten Theilung. Sublimat-Eisessig. Dreifärbung. Vergr. 1500.

„ 5. Tochterchromosomen des ersten Theilungsschrittes in schräger Polansicht. Sublimat-Eisessig. Dreifärbung. Vergr. 1500.

„ 6. Junge Tochterkerne und Zellplatte beim ersten Theilungsschritt. Pikrin-Essig-Schwefelsäure. Dreifärbung. Vergr. 188.

„ 7. Gestreckter Tochterkern vor der zweiten Theilung. Sublimat-Eisessig. Eisen-Hämatoxylin. Vergr. 1500.

„ 8. Pollensack im Längsschnitt nach der zweiten Theilung der Pollenmutterzellen. Pikrin-Essig-Schwefelsäure. Dreifärbung. Vergr. 188.

---

1) Histol. Beitr. Heft VI. 1900, S. 177 ff.

Fig. 9. Aus dem Querschnitt eines Pollensackes. Mittlere Partie. Junge Pollenkörner. Sublimat-Eisessig. Dreifärbung. Vergr. 188.

„ 10. Querschnitt aus der oberen Partie eines Pollensackes, etwas älter als Fig. 9. Sublimat-Eisessig. Dreifärbung. Vergr. 188.

„ 11. Querschnitt aus den mittleren Theilen eines Pollensackes; die Pollenkörner bereits in eine generative und vegetative Zelle getheilt. Sublimat-Eisessig. Dreifärbung. Vergr. 188.

„ 12. Kernplatte eines vegetativen Kerns aus dem Nucellargewebe in der Polansicht. Sublimat-Eisessig. Dreifärbung. Vergr. 1500.

„ 13. Kernspindel mit Kernplatte in Seitenansicht aus demselben Gewebe und bei gleicher Behandlung wie in Fig. 12. Vergr. 1500.

## 57. D. Miani: Ueber die Einwirkung von Kupfer auf das Wachsthum lebender Pflanzenzellen.

Vorläufige Mittheilung.

Eingegangen am 26. Juli 1901.

Auf Veranlassung meines Lehrers, Herrn Prof. Dr. G. LOPRIORE, unternahm ich in dem letzten Winter eine Reihe von Untersuchungen, um die Einwirkung des Kupfers auf das Protoplasma wachsender Pflanzenzellen zu erforschen.

Der Leitgedanke bei diesen Untersuchungen war nämlich der, mit Bestimmtheit festzustellen, ob das Kupfer durch blosse Gegenwart dieselben oligodynamischen Wirkungen wie bei den Untersuchungen NAEGELI's hervorzurufen vermag. Es galt daher, die betreffenden Versuchsobjecte nicht in Flüssigkeiten, sondern in feuchter Luft, bei verschiedener (nicht zu grosser) Entfernung vom Kupfer zu halten. Unter den Versuchsobjecten (Pollen, Sporen) wurden daher diejenigen vorgezogen, die in feuchter Luft gut zu keimen vermochten. Nur vergleichsweise wurde es auch mit denjenigen versucht, die ausschliesslich in Flüssigkeiten keimen.

Was die Versuchsmethode betrifft, so wurden die Culturen in Hängetropfen in feuchten Kammern angestellt. Als feuchte Kammern dienten die gewöhnlichen Embryogläser, welche mit geschliffenem Rande versehen und mit 37 *qmm* breiten Deckgläsern überstülpt waren. Vaselin oder Lösungen von arabischem Gummi dienten zugleich als Verschluss- und Befestigungsmaterial, damit der Tropfen

nicht allzu rasch verdampfte und das Deckglas bei der Durchmusterung der Kammern von denselben nicht abrutschte. Derart vorbereitete Kammern wurden unter Glaskasten oder Glocken gebracht und mit den Controllkammern bei genau gleichbleibenden Bedingungen gehalten.

Von den Embryoschalen wurden nach Messung ihrer halbkugeligen Vertiefung mittels Quecksilber diejenigen ausgewählt, die gleiche Volumina besassen, und paarweise für die Parallelversuche bestimmt. Um in letzteren das möglichst gleiche Feuchtigkeitsquantum zu erreichen, wurde dafür gesorgt, mittels eines besonderen, hier nicht beschriebenen Instrumentes, einen gleich grossen Wassertropfen hineinzubringen und ihn bei sonst gleichen Verhältnissen verdunsten zu lassen. Diese Massregel erwies sich als unentbehrlich, da die Keimung vom Feuchtigkeitsgehalt direct abhängt und sich je nach demselben verschieden verhält.

Zur Bereitung von Nährlösungen für die Keimung von Pollenkörnern und Sporen wurde nur in Glasgefässen destillirtes Wasser gebraucht, um die Einwirkung von Mineralsalzen und von in der Wasserleitung etwa enthaltenen Metallspuren auszuschliessen. Die ersteren sind bekanntlich für die Keimung oft nachtheilig (LIDFORSS) und die anderen können oligodynamische Wirkungen hervorrufen (NAEGELI). Dasselbe Wasser wurde auch für die in reinem Wasser keimenden Pollenkörner ebenso zur Herstellung des nöthigen Feuchtigkeitsgehaltes in den Kammern verwendet.

Was das Kupfer betrifft, so wurde dasselbe in Form von Stäbchen, Ringen und sehr dünnen, fast durchsichtigen Lamellen in Anwendung gebracht, oder es wurde in Form von neuen, ganz ungebrauchten Zwei-Centimes-Kupferstücken in destillirtes Wasser oder in Nährlösung hineingebracht, um daraus erst nach 1, 2, 3, 4 . . n Tagen ein bestimmtes Quantum zu nehmen und es für die Culturen im Hängetropfen zu verwenden. Solche eine gewisse Zeit mit Kupfermünzen in Berührung gewesenen Flüssigkeiten werden hier der Kürze halber als gekupferte Lösungen bezeichnet.

Das in Form von Stäbchen oder Ringen gebrauchte Kupfer wurde je nach den Versuchen in verschiedenen Entfernungen vom Hängetropfen aufgestellt oder allmählich mit demselben in Berührung gebracht und dem Deckglas entweder durch die Nährflüssigkeit oder durch etwas Vaselin angeheftet, das vorher sterilisirt worden war. Die Kupferlamellen wurden in derselben Weise dem Deckglas angeheftet und dann mit Sporen oder Pollenkörnern übersäet. In diesem letzten Fall war zwar die mikroskopische Durchmusterung etwas schwieriger; es liessen sich jedoch, wenn auch mit etwas Mühe, die Keimschläuche beobachten und in ihrem Wachsthum verfolgen.

Als Versuchsmaterial wurde der Pollen folgender Arten mit Vorliebe benutzt: *Lathyrus latifolius*, *Cytisus triflorus*, *Svainsonia astragalifolia*, *Medicago arborea*, *Sutherlandia frutescens*, *Narcissus intermedius*, *N. Tazetta*, *Aesculus Pavia*, *Aesculus macrostachya*.

Die zu verwendenden Blüthensprosse wurden des Abends abgeschnitten und in Gläsern an einem Südfenster aufgestellt, um den Pollen am nächsten Morgen in den eben geöffneten Blüthen für die Versuche ernten zu können.

Von den verschiedenen Pollenarten wurden diejenigen bevorzugt, die erfahrungsgemäss eine rasche und sichere Keimung zeigen, um die Versuche in wenigen Stunden, höchstens im Laufe eines Tages, beenden zu können.

Für die Keimung jeder Pollenart wurde erst versucht, ob sie in feuchter Luft keimfähig ist, oder es wurde die Concentration der Rohrzuckerlösung ausprobirt, bei welcher sie am besten erfolgt, falls sie in destillirtem Wasser nicht stattfindet.

Die Lösungen wurden aus reinem Kandiszucker durch Auflösen bestimmter Gewichtsmengen in destillirtem Wasser hergestellt. Dieselben wurden alle vier oder fünf Tage erneuert, um sie der Veränderung durch Verdunstung oder der Zersetzung durch Mikroorganismen möglichst wenig auszusetzen.

Für jeden Versuch wurde der Pollen nur aus einer Anthere oder, im Falle, dass eine einzelne nicht genug enthielt, aus mehreren Antheren derselben Blüthe entnommen und in einem Tropfen destillirtes Wasser oder der betreffenden Zuckerlösung oder auf ein sterilisirtes Deckglas vertheilt.

Ohne die Einzelheiten der Versuche hier ausführlich aus einander zu setzen, dürfen wohl die Resultate der bis jetzt ausgeführten Untersuchungen sich in folgender Weise zusammenfassen lassen.

1. Das Kupfer und die gekupferten Lösungen hindern die Keimung von Pollenkörnern und *Ustilago*-Sporen nicht. Nur die mehr als zwei Wochen lang gekupferten Lösungen sind je nach den einzelnen Arten mehr oder weniger nachtheilig, besonders dann, wenn der Pollen etwas alt, oder wenn die Anthese der Blüthe nahe zu Ende ist.

2. Keimfähige Pollenkörner keimen in leicht (nur wenige Tage) gekupfertem Wasser oder Lösungen viel besser als in einfachem Wasser oder Nährflüssigkeiten. Es zeigt sich also eine befördernde Wirkung, welche sich nicht nur in der grösseren Anzahl der gekeimten Pollenkörner, sondern auch in dem regelmässigeren und rascheren Wachsthum der Keimschläuche äussert.

3. Das Kupfer vermag eine solche befördernde Wirkung auch durch blosse Gegenwart hervorzurufen und zwar in um so entschiedenerer Weise, je näher es dem Hängetropfen liegt. Danach äussert die Ring- im Vergleich zu der Stäbchenform eine grössere Wirkung. In jedem Fall erfordert es, dass das Kupfer in dunstgesättigtem Raum bleibt.

Botanisches Institut der k. Universität zu Catania.

# Sitzung vom 25. October 1901.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proclamirt die Herren:

**Saida**, Dr. **Kotaro**, Professor in **Tokio**,
**Woods**, Dr. **Albert F.**, in **Washington** D.C.,
**Svedelius**, Dr. **Nils Eberhard**, in **Stockholm**,
**Senn**, Dr. **Gustav**, in **Basel**,
**Haupt**, Dr. **Hugo**, in **Leipzig-Reudnitz**,
**Katitsh**, **Danilo**, in **Kragujewatz** (Serbien).

Der Vorsitzende macht der Gesellschaft Mittheilung von dem schweren Verluste, welchen sie und die Wissenschaft durch den Tod zweier unserer hervorragendsten Forscher, der Herren

Prof. Dr. **A. F. W. Schimper** in **Basel**
und
Prof. Dr. **Robert Hartig** in **München**

erlitten haben.

Die Anwesenden ehren das Andenken der Verstorbenen durch Erheben von den Sitzen.

Die für die Octobersitzung in üblicher Weise anberaumten Wahlen für die in Berlin in Function tretenden Vorstandsmitglieder hatten folgendes Ergebniss:

Für das Jahr 1902 übernehmen die Aemter:

Herr A. ENGLER, erster Vorsitzender,
„ L. KNY, erster } Stellvertreter des
„ L. WITTMACK, zweiter } Vorsitzenden,
„ P. MAGNUS, erster }
„ E. KÖHNE, zweiter } Schriftführer,
„ I. URBAN, dritter }
„ OTTO MÜLLER, Schatzmeister,
„ P. ASCHERSON }
„ O. REINHARDT } Mitglieder der Redactions-
„ R. KOLKWITZ } commission,

Die Wahl der Herren mit Ausnahme des ersten Schriftführers erfolgte auf Antrag aus dem Schosse der Versammlung durch Zuruf. Die Wahl des ersten Schriftführers an Stelle des durch eine Reise in die Colonialgebiete zum Ausscheiden aus seinem Amte gezwungenen Herrn G. VOLKENS erfolgte durch Zettelabstimmung. Vorgeschlagen waren die Herren P. MAGNUS und O. REINHARDT. Da Herr P. MAGNUS bisher der Redactionscommission angehörte, so ist an seine Stelle Herr KOLKWITZ durch Zuruf gewählt worden, nachdem Herr ADERHOLD gebeten hatte, von seiner in Vorschlag gebrachten Wahl absehen zu wollen.

Als Secretär wird wie bisher Herr CARL MÜLLER die Amtsgeschäfte der Gesellschaft führen.

Im Anschluss an die Wahlen gab der Secretär eine kurze Mittheilung über den Verlauf der in Hamburg abgehaltenen Generalversammlung, über welche demnächst ein besonderer Bericht erscheinen wird. Aus dem geschäftlichen Theil mag hier mitgetheilt werden, dass in Hamburg gewählt wurden:

Herr S. SCHWENDENER zum Präsidenten,
„ J. REINKE zum Stellvertreter desselben.

In den Ausschuss sind gewählt worden die Herren:

BUCHENAU-Bremen,
CRAMER-Zürich,
CONWENTZ-Danzig,
DRUDE-Dresden,
FISCHER-Leipzig,
GOEBEL-München,
HABERLANDT-Graz,
HEGELMAIER-Tübingen,
PFITZER-Heidelberg,
RADLKOFER-München,
REINKE-Kiel,
STAHL-Jena,
STRASBURGER-Bonn,
WIESNER-Wien,
ZACHARIAS-Hamburg.

Auf einen von mehr als 15 ordentlichen Mitgliedern gestellten Antrag hin erfolgte sodann die Wahl des Herrn

EMIL CHRISTIAN HANSEN in Kopenhagen

zum Ehrenmitgliede, sowie die Wahl der Herren

GASTON BONNIER in Paris,
BOWER in Glasgow,
NAWASCHIN in Kiew,
THAXTER in Cambridge (Mass.)

zu correspondirenden Mitgliedern unserer Gesellschaft.

Ueber die weiteren Verhandlungen muss auf den Sonderbericht verwiesen werden.

# Mittheilungen.

## 58. F. W. Neger: Ueber Eriosphaeria salisburgensis (Niessl) Neger.

(Ein interessanter Fall von Dimorphismus der Ernährungshyphen).

Mit Tafel XXVIII.

Eingegangen am 1. October 1901.

An Ostern 1901 beobachtete ich in der Gegend von Reichenhall auf *Erica carnea* in grosser Menge und weit verbreitet einen schwarzen Pilz mit runden stacheligen Fruchtkörpern vom Aussehen derjenigen einer *Coleroa* oder *Trichosphaeria*. Unter allen auf *Erica carnea* bisher beobachteten Pilzen findet sich keine den beiden oben genannten Gattungen angehörige Art. Wohl aber hat NIESSL für *Erica carnea* eine *Gibbera* beschrieben, welche er *G. salisburgensis* nannte, weil sie von ihm im Erzherzogthum Salzburg, nämlich bei Lofer (also sehr nahe dem Fundort meines *Erica*-Pilzes) beobachtet worden ist. NIESSL hat seinen Pilz als Nr. 3550 der Collection „RABENHORST-WINTER, Fungi europaei" herausgegeben. Herr Hauptlehrer ALLESCHER hatte die Güte mir Material aus dieser Collection zur Verfügung zu stellen, und so war ich in der Lage constatiren zu können, dass der von mir beobachtete Pilz identisch ist mit NIESSL's *Gibbera salisburgensis*.

Bei näherer Untersuchung ergab sich nun:

1. Dass der Pilz (wie ich schon von Anfang an vermuthete) nicht in die Gattung *Gibbera*, auch nicht in die Familie der Cucurbitariaceen (die Fruchtkörper werden nicht unter der Epidermis angelegt, um später erst hervorzubrechen), vielmehr in die Familie der Sphaeriaceen gehört und zwar in die nächste Nähe von *Trichosphaeria* zu stellen ist, eine Gattung deren einziger als parasitisch lebend bekannter Vertreter[1]), *T. parasitica*, sich allerdings in einigen, nicht unwesentlichen Punkten von dem vorliegenden Pilz unterscheidet.

2. Die Ernährungseinrichtung des *Erica*-Pilzes zeigt eine höchst merkwürdige Eigenthümlichkeit; nämlich einen deutlichen Dimorphismus der Ernährungshyphen.

1) Die übrigen Arten scheinen sämmtlich Saprophyten zu sein.

Das Wesen dieser auffallenden Erscheinung zu ergründen, sowie die systematische Stellung des Pilzes zu ermitteln, war Gegenstand dieser Untersuchung, welche mir dadurch erleichtert wurde, dass es mir gelang, den Pilz schliesslich auch in der Nähe von München auf *Erica carnea* zu finden. So war ich in der Lage den ganzen Entwickelungsgang des Pilzes von der Infection an bis zur Ascosporenreife zu verfolgen.

Die hier folgende Beschreibung dieses Entwickelungsganges enthält zugleich die wichtigsten für die systematische Stellung des Pilzes massgebenden Momente, während ich mir die Discussion über letztere für den Schluss verspare.

Die Infection erfolgt Ende Juli bis Anfang August. Die Ascospore treibt einen Keimschlauch, welcher die Cuticula der jungen Blätter durchbohrt und bildet sodann ein mehr oder weniger ausgedehntes, wirr verflochtenes farbloses Mycel zwischen Cuticula und der äusseren Wand der Epidermiszellen. Haustorien konnte ich, trotzdem ich unzählige Schnitte untersuchte, niemals finden. Offenbar erfolgt die Nahrungsaufnahme von Seiten des Pilzes durch Osmose, so wie es Hartig für seine *Trichosphaeria parasitica* (auf Tannen- und Fichtennadeln) beschreibt, nur dass sich bei diesem letzteren Pilz das Hyphengeflecht nicht der Wand der Epidermiszellen, sondern der Cuticula anlegt, und, um bis zur Epidermiszellwand zu gelangen, kleine die Cuticula durchbohrende Zäpfchen bildet. Eine zerstörende Wirkung auf die vom Mycel befallenen Zellen ist zunächst nicht zu erkennen. Derjenige Theil des Pallisadengewebes, welcher im Bereich der osmotischen Wirkung des Pilzmycels liegt, zeichnet sich häufig durch auffallende Armuth an Stärkekörnern aus. Noch sei erwähnt, dass häufig da, wo sich das subcuticulare Mycel ausbreitet, die Verschleimung der Innenwand der Epidermiszellen auffallend selten zu beobachten ist, oder sich wenigstens nicht auf so zahlreiche Zellen erstreckt wie an gesunden Blattstellen.

Hat das subcuticulare Hyphengeflecht einen gewissen Grad von Ausdehnung und Mächtigkeit erreicht, so durchbricht dasselbe die Cuticula an verschiedenen Stellen und breitet sich auf der Oberfläche des Blattes aus, wobei die Mycelfäden dunkle Farbe annehmen.

Das Luftmycel bildet weder Appressorien, noch Haustorien und lässt sich daher sehr leicht vom Substrat abheben. Dann erscheint der das subcuticulare Mycel deckende Theil der Blattoberfläche als heller Fleck mit eingestreuten schwarzen Punkten — den Durchbruchsstellen des Luftmycels. Nach meinen Erfahrungen hat das Luftmycel nicht die Fähigkeit die Cuticula an einer anderen Stelle zu durchbohren und so eine neue Infection zu bewirken; diese Fähigkeit scheint nur den Keimschläuchen der Ascosporen zuzukommen.

Die einzelnen Fäden des Luftmycels kriechen vielmehr vom Centrum ausstrahlend auf der Blattoberfläche hin, nehmen aber sehr bald in der Mehrzahl den Weg nach der Unterseite des Blattes, wachsen um die Kanten herum und versenken sich schliesslich in den mit Haaren ausgekleideten, nur durch einen engen Spalt mit der Aussenwelt communicirenden Hohlraum, welcher die eigentliche (morphologische) Unterseite des *Erica*-Blattes darstellt und in welchem sich die Spaltöffnungen befinden.

In einem etwas vorgeschrittenen Stadium der Entwickelung, z. B. in den Monaten September—October, fällt es schwer ein Luftmycel zu finden, dessen Fäden nicht zum grossen Theil in den Spalt eindringen, auch wenn der Ausgangspunkt des Luftmycels in der Mittellinie der Blattoberseite lag.

Es drängt sich uns die Frage auf: „Haben wir es hier mit einer zufälligen Erscheinung zu thun, etwa der Art, dass die wachsenden Mycelfäden dem Gesetz des positiven Hydrotropismus folgend dem feuchten Raum zustreben, oder handelt es sich um eine erbliche und dementsprechend mit gewissen Vortheilen für den Organismus verbundene Einrichtung?

Folgende Thatsachen sprechen für die letztere Auffassung:

1. Ich habe Hunderte von verpilzten *Erica*-Nadeln untersucht, und stets gefunden, dass die Mycelfäden im Bogen herum dem Spalt an der Unterseite zuwachsen.

2. Wenn es sich nur um eine zufällige Aeusserung des positiven Hydrotropismus handelte, so müsste, wenn man die Pflanze in einem mit Feuchtigkeit gesättigten Raum zieht und also ein Unterschied zwischen der Luftfeuchtigkeit der äusseren Umgebung und derjenigen der Blatthöhlung nicht oder kaum besteht, das Wachsthum des Pilzmycels in der Richtung gegen den Spalt unterbleiben, weil dann der hydrotropische Reiz ausgeschaltet wäre.

Ich cultivirte eine *Erica*-Pflanze mit frischen Infectionsstellen (meist auf der Oberseite der Nadeln) unter einer Glasglocke und hielt die Cultur sehr feucht (20. August 1901). Nach drei Wochen waren zahlreiche Ausläufer des Luftmycels dem Spalt zugewachsen und mit ihren Enden im Hohlraum verschwunden; nach weiteren zwei Wochen war kaum eine Infectionsstelle noch zu finden, welche nicht durch das Luftmycel mit dem Hohlraum communicirte. Demnach ist die Eigenthümlichkeit, dass ein Theil des Luftmycels unter allen Umständen den Hohlraum aufsucht, als eine erbliche Einrichtung in der Biologie des Pilzes zu betrachten.

Untersuchen wir nun den Verlauf von Mycelfäden im Innern des Hohlraumes! Dieselben wachsen, wie Querschnitte lehren, in gerader Linie der hinteren mit Spaltöffnungen bedeckten Wand zu,

wo sie sich schwach verzweigen, um sich mit ihren zartwandigen Endigungen der Cuticula oder den jenen Hohlraum auskleidenden Haaren eng anzulegen. Diese Mycelendigungen haben durchaus das Aussehen von typischen Haustorien, wie sie z. B. bei *Peronospora*, *Uromyces*, *Endophyllum* etc. vorkommen. Bei stärkerer Vergrösserung lässt sich an denselben eine Differenzirung in eine dickwandige Oberseite und eine zartwandige, dem Substrat angepresste Unterseite erkennen (Fig. 3). Nach diesem Befund scheint es kaum zweifelhaft, dass die in den Hohlraum hineinragenden Mycelfäden dem Pilz als wasserzuführende Organe dienen. Die der Wand angepressten Mycelendigungen — hier wohl als Appressorien zu bezeichnen — vermögen sehr wohl osmotisch aus dem stets mit Wasserdampf gesättigten Raum Feuchtigkeit — vielleicht auch entsprechend ihrem dorsiventralen Bau an den Wänden niedergeschlagenes Wasser — aufzunehmen und dasselbe vermittelst der im übrigen Verlauf dickwandigen Mycelfäden zum Verbrauchsort zu leiten.

Welche Bedeutung die beschriebene Einrichtung sonst haben könnte ist schwer einzusehen.

Ein directer Beweis freilich dafür, dass diese Art der Wasserversorgung eine wesentliche Rolle im Leben des Pilzes spielt, wird schwer zu erbringen sein; ich habe in einigen, freilich verschwindend wenigen Fällen, beobachtet, dass man nur ganz wenige Ausläufer des Luftmycels den Hohlraum erreichen; in diesem Fall mögen vielleicht locale Verhältnisse — günstigere Ernährungsbedingungen — den Ersatz für die sonst übliche Wasserversorgung geboten haben.

Auch könnte man sich vorstellen, dass es sich hier so zu sagen um eine Luxuseinrichtung handelt, wie es ja so manche im Leben der Pflanzen giebt, d. h. eine solche, welche dem Organismus zwar Nutzen bringt, ohne dass indessen die Existenz des letzteren gefährdet ist, wenn die Thätigkeit des fraglichen Organes ausgeschaltet wird.

Die Entwickelung des Pilzes in ihrem weiteren Verlauf ist mit wenigen Worten geschildert:

Die ersten Anlagen der Fruchtkörper sind im September sichtbar in Form von Knäueln, welche aus zwei sich gegenseitig umwickelnden Mycelfäden bestehen. Ihre volle Grösse erreichen sie im Lauf des Winters, ihre volle Reife dagegen erst im folgenden Sommer. Die Sporen sind dann zweizellig, graubraun gefärbt und an beiden Enden verjüngt. Einen deutlichen Porus oder eine die Bildung eines solchen andeutende Papille konnte ich selbst an reifen Perithecien (im Juli, also kurz vor der Neuinfection der jungen *Erica*-Sprosse gesammelt) nicht beobachten. Dagegen zeigt sich, wenn man zarte Schnitte durch reife Perithecien unter dem Deckglas zerdrückt, dass der Scheitel des Fruchtkörpers aus zarterem Gewebe besteht als die

übrigen Theile der Perithecienwand, und dem entsprechend die Schnitte stets an dieser Stelle zerreissen.

Eine Nebenfruchtform habe ich bis jetzt noch nicht zu beobachten Gelegenheit gehabt. Einmal bemerkte ich schwarze, mauerförmig zusammengesetzte Sporen in grosser Menge den inficirten Blättern anhaften. Doch scheinen mir diese von einem anderen Pilz zu stammen; wenigstens gelang es mir nicht nachzuweisen, dass dieselben am Luftmycel oder etwa einem mit diesem in Verbindung stehenden Conidienträger abgeschnürt werden.

## Systematische Stellung des Pilzes.

Aus der oben gegebenen Beschreibung der Ernährungseinrichtung mittelst eines subcuticularen Mycels, sowie der oberflächlichen Entstehung der Perithecien, ergiebt sich, dass der Pilz nicht der Gattung *Gibbera*, auch nicht der Familie der Cucurbitariaceen angehören kann, bei welcher die Fruchtkörper stets unter der Epidermis angelegt werden. Dickwandiges Peritheciengehäuse ferner, sowie Mangel eines Schnabels charakterisiren den Pilz als zu den echten Sphaeriaceen gehörig, bei welchen er seinen Platz wohl in der Nähe von *Trichosphaeria* erhalten muss (Gehäuse kohlig, Sporen zweizellig, ellipsoidisch), oder noch genauer, wenn man an der Unterscheidung der Arten von *Trichosphaeria* in solche mit einzelligen (*Trichosphaeria* s. s.) und solche mit zweizelligen Sporen (*Eriosphaeria*) festhält, bei letzterer Gattung, und wäre danach zu bezeichnen als *Eriosphaeria salisburgensis* (Niessl) Neger. Der Pilz ist übrigens in Frankreich schon gefunden und beschrieben worden als *Venturia Straussii* Sacc. et Roum.[1]) auf *Erica scoparia*. Ich habe in beiden Angelegenheiten (systematische Stellung unseres Pilzes und sein Verhältniss zu *Venturia Straussii*) den Rath des Herrn Medicinalrath Dr. REHM eingeholt und spreche ihm auch an dieser Stelle für sein gefälliges Entgegenkommen meinen verbindlichen Dank aus. In beiden Punkten bestätigte er meine Ansicht, wenn auch, wie er mir gütigst mittheilte, die Originalbeschreibung der *Venturia Straussii* (in Revue mycologique 1884, p. 95, tab. XLVII, Fig. 2) nicht in allen Punkten auf den vorliegenden Pilz passt.[2])

Allen Ansprüchen an „Natürlichkeit" entspricht die Unterbringung unseres Pilzes in der Gattung *Trichosphaeria* bezw. *Eriosphaeria* freilich auch nicht, nachdem fast alle bisher bekannt gewordenen *Trichosphaeria*-Arten Saprophyten sind, wir es hingegen hier mit

1) SACCARDO, Sylloge fungorum IX, p. 603.

2) Es wäre interessant zu erfahren, wie sich auf dieser Pflanze, deren Blätter mit zwei gleichfalls mit Haaren ausgekleideten, aber weniger geschlossenen Längsrinnen versehen sind, die wasseraufnehmenden Ausläufer des Luftmycels verhalten.

einem unzweifelhaft echten Parasiten zu thun haben. Jedenfalls aber zeigt der *Erica*-Pilz sehr nahe Beziehungen zu *Trichosphaeria parasitica* Hartig; das Zweckmässigste wäre wohl für diese beiden parasitisch lebenden Arten eine neue Gattung zu schaffen, da es offenbar widersinnig ist, parasitische und saprophytisch lebende Formen in eine Gattung zu vereinigen. Doch sei dies lieber demjenigen vorbehalten, der es in der Zukunft unternehmen wird, die complicirte Systematik der Sphaeriaceen zu entwirren und nach natürlichen Gesichtspunkten neu zu ordnen.

### Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Querschnitt durch ein von dem Pilz befallenes Blatt von *Erica carnea*, *c* Cuticula, *scm* subcuticulares Mycel, *sz* verschleimte Epidermiszellen, *d* Durchbruchstelle des Mycels durch die Cuticula, *lm* Luftmycel, *p* Perithecien, *p'* ein in der Entwickelung stehen gebliebenes Perithecium, *h* Haare des Hohlraums, *sp* Schliesszellen der Spaltöffnungen, *app* Appressorien. (Dieselben sind hier ganz schwarz dargestellt, um sie besser hervortreten zu lassen, in Wirklichkeit sind sie nahezu hyalin.) Vergr. 140.

„ 2. Unterseite eines *Erica*-Blattes; zahlreiche Mycelfäden streben dem Spalt zu und verlieren sich darin; einige sind über den Spalt hinweggewachsen. Vergr. 35.

„ 3. Appressorien, stark (ca. 1000) vergrössert.

„ 4. Ein dreijähriger Spross von *Erica carnea* im Juli 1901 abgezeichnet.
I. Spross im Jahr 1899 entstanden
II. „ „ „ 1900 „
III. „ „ „ 1901 „
Die verpilzten Nadeln des Sprosses I sind bereits abgefallen; Spross II stark inficirt; Spross III noch nicht inficirt. Die Infection erfolgt 1—2 Monate später.

## 59. Friedrich Hildebrand: Einige biologische Beobachtungen.

Eingegangen am 5. October 1901.

### 1. Zur Kenntniss von Jeffersonia diphylla.

Es ist die *Jeffersonia diphylla*, welche in Nord-Amerika (West-Tenessee und Virginien) sich findet, eine in vieler Hinsicht interessante Pflanze, welche in mehrfacher Beziehung unrichtig beschrieben worden, so dass es wohl geeignet ist, auf dieselbe, namentlich auf ihre Früchte, etwas näher einzugehen und die Beobachtungen zusammenzustellen, welche in einer Reihe von Jahren hinter einander an lebenden Exemplaren gemacht wurden.

Schon die aus dem Wurzelstock im Frühjahr entspringenden Laubblätter sind interessant durch ihre eigenthümlich gestalteten, schwer zu beschreibenden, zweizähligen Spreiten, auf welche aber nicht näher eingegangen werden soll. Noch ehe deren beide, in der Knospenlage auf einander liegenden Theile sich ganz von einander gebreitet haben, erscheint die Blüthe, an jedem Spross nur eine, welche nun namentlich in der Diagnose von DE CANDOLLE (DE CANDOLLE: Prodromus I, S. 111) ganz unrichtig beschrieben worden, wo es von der ganzen Gatttung heisst: Calyx 4-sepalus, Petala 8, Capsula circumscisse dehiscens. Es sind nämlich an den ganz — mit Ausnahme des Fruchtknotens — radiär gebauten Blüthen nicht 4, sondern 8 Kelchblätter vorhanden, welche, undeutlich in zwei Kreise gestellt, bei ihrer kapuzenartigen Gestalt die anderen Theile der Blüthe ganz einhüllen und dann, wenn die Blüthe aufgeht, wie bei den Papaveraceen abfallen; sie sind schmutzig grünbraun gefärbt. Bald nach dem Abfallen der Kelchblätter gehen die 8 Blumenblätter von einander, breiten sich aber nicht horizontal aus, wie bei der in manchen Punkten ähnlichen *Sanguinaria canadensis*, sondern bleiben gewölbt und in schief aufsteigender Lage; sie sind von schneeweisser Farbe. Auf sie folgen die 8 Staubgefässe, welche an kurzen, etwa 3 *mm* langen Filamenten die 7 *mm* langen linealen Antheren tragen, welche ähnlich den anderen Berberidaceen — denn zu diesen gehört die Gattung *Jeffersonia* und nicht zu den Podophyllaceen — mit 2, oben fest sitzenbleibenden Klappen aufspringen. Diese Klappen breiten sich von der Spitze der Antheren her horizontal oder etwas geneigt aus und stehen hier wie zwei Hörner ab. Das in der Mitte der Blüthe stehende Pistill hat nun schon in der frühesten Jugend eine sehr eigenthümliche Gestalt. Der Fruchtknoten ist im Allgemeinen länglich-elliptisch, zeigt dabei aber an der einen Seite eine schwache horizontale Furche, welche durchaus nicht rings um den Fruchtknoten herum geht, denn derselbe ist auf der anderen Seite, wo im Innern seiner Länge nach die Placenta verläuft, ganz glatt und furchenlos. Durch diese genannte Querfurche wird schon in ganz früher Zeit das später zu besprechende, eigenthümliche Aufspringen der Kapsel vorbereitet. An der Spitze des Fruchtknotens findet sich ein sehr kurzer Griffel, welcher die unregelmässig gelappte Narbe trägt. Diese Narbe ist, wenn die Blüthe aufgeht, schon vollständig entwickelt, während die Klappen der Antheren erst später aufspringen, so dass also die Blüthe protogynisch ist. Bei ihrer kurzen Blüthezeit gelang es nicht, an ihr Bestäuber zu beobachten, welche bei ihren Besuchen den Pollen von älteren Blüthen auf die Narbe der soeben geöffneten, jüngeren bringen würden.

Durch den Einfluss des Wetters wird es manchmal bewirkt, dass die Blüthen sich nicht öffnen und Kleistogamie stattfindet. So fanden

sich im Jahr 1896 Ende April zwei Blüthen, welche bei dem kalten Wetter nicht aufgingen, indem die Blumenblätter kapuzenförmig über den Geschlechtstheilen dicht geschlossen blieben. Als dann am 4. Mai die durch die Blumenblätter gebildete Kapuze entfernt wurde, zeigte sich die Narbe mit Pollen bedeckt, und der Fruchtknoten war schon angeschwollen, aus welchem sich nun weiter zwei Kapseln mit guten Samen entwickelten.

Diese Kapseln schwellen nun bis zur Reifezeit der Samen stark, in ihrem unteren Theile bis zu 8 *mm* Durchmesser an und haben hierbei eine leuchtend grüne Farbe. Die oben schon beschriebene Querfurche hat sich durch Ueberwallung ihrer Ränder noch stärker ausgebildet, und in ihr tritt nun, nachdem die Kapselwand angefangen hat sich zu bräunen und abzutrocknen, ein Querriss auf, welcher aber durchaus nicht rings um die Kapsel herum geht, sondern auf der der Furche entgegengesetzten Seite bleibt die Wand vollständig in Zusammenhang, so dass hier also von einer capsula circumscissa nicht die Rede sein kann.

Durch dieses Oeffnen der Kapsel, das Eintrocknen ihrer Wände und das Umbiegen ihres Stieles wird nun ein sehr eigenthümlicher Mechanismus für die Verbreitung der Samen hervorgebracht. Wenn der einseitige Querriss sich zu öffnen beginnt, so steht die Kapsel noch ganz aufrecht, und die Samen sitzen fest an der dem Risse gegenüberliegenden Placenta. Während der Querriss nun grösser wird, beginnt die Kapsel an ihrer Basis sich umzubiegen, so dass sie wie zweilippig aussieht, wobei dann die Oberlippe sich noch etwas zurückbiegt. Wenn dann die Kapsel bis zur horizontalen Lage angelangt ist, so fallen die Samen von der nun obenliegenden Placenta auf die Unterlippe, wo sie einstweilen liegen bleiben, aber leicht durch den Wind herausgeweht werden können. Aber auch wenn dieser nicht weht, müssen sie schliesslich aus der Frucht von selbst herausfallen, was beim Aufstellen im Zimmer beobachtet wurde. Die Kapsel biegt sich nämlich nun aus der horizontalen Lage mehr und mehr abwärts, bis sie ganz senkrecht steht, so dass, bis sie diese Lage erreicht hat, alle Samen nach und nach aus ihr herausgefallen sind.

In einigen Kapseln wurden bis zu 17 Samen gezählt. Dieselben haben eine ovale Gestalt, bei brauner, glänzender Oberfläche und haben eine Länge von etwa 6 *mm*, bis 2,5 *mm* Durchmesser. Sie sind an ihrer Basis mit einem weissen, fleischigen, zweispaltigen Anhang versehen, dessen beide Theile in zahlreiche, zugespitzte Lappen ausgehen, welche aus langgestreckten, von Saft strotzenden Zellen bestehen. Die Samen werden nun vielleicht wegen dieser Anhänge von Ameisen verschleppt und so noch weiter verbreitet, wenn sie vom Winde in dem näheren Umkreis der Pflanze vertheilt

worden. Für die Verbreitung durch Ameisen spricht der Umstand, dass einmal die Kapseln sich draussen bei vollständiger Windstille geöffnet hatten, und so die Samen direct auf die Erde des Topfes gefallen sein mussten; die meisten derselben waren hier aber nicht aufzufinden.

Wenn die Samen Ende Juli, wo sie reifen, sogleich ausgesät werden, so gehen sie im Mai des nächstfolgenden Jahres auf, jedoch meistens nur wenige. Es kommt dies vielleicht daher, dass die Ameisen, wenn sie den fleischigen Arillus abfressen, dabei die harte Haut des Samens etwas verletzen, an welcher Stelle dann später das zur Keimung nöthige Wasser leichter eindringen kann.

Beim Keimen der Samen bleiben die beiden Cotyledonen in der aufklaffenden Samenschale eingeschlossen, und aus dem Spalt dieser tritt nach unten senkrecht die Wurzel, während sich nach oben das erste, in der ersten Vegetationsperiode einzig bleibende Laubblatt erhebt, welches sogleich den späteren Laubblättern ganz gleich gestaltet ist. Im folgendem Jahre zeigt sich dann im Frühjahr, dass die nicht abgestorbene erste Wurzel sich stark verzweigt hat. An das abgedürrte Blatt des vorigen Jahres schliessen sich 3—4 schuppige Niederblätter, ohne starke Achsenstreckung, und auf diese folgt dann wieder ein Laubblatt, selten deren zwei.

## 2. Ueber die Blüthen und Früchte von Veltheimia viridifolia.

Die in Süd-Afrika heimische *Veltheimia viridifolia* zeigt in ihren Blüthen und Früchten einige Eigenthümlichkeiten, welche vielleicht nicht bekannt sind und der näheren Besprechung werth sein dürften.

Aus der bei uns im Sommer ruhenden Zwiebel tritt gegen den Winter hin eine Rosette von etwa 6 Laubblättern hervor, welche so gerichtet sind, dass ihre lanzettlichen, am Rande grob gezähnten und sehr stark gewellten, oberwärts dunkelgrünen Spreiten sich nicht unter einander decken. Aus der Mitte dieser erhebt sich dann im Laufe des Januar oder Februar der Blüthenschaft, welcher bei kräftigen Pflanzen eine Länge bis zu 50 *cm* erreichen kann. Der untere, etwa 25—30 *cm* lange, ganz blüthenlose Theil ist drehrund, von schmutzig braunrother Farbe, aus welcher grünliche Striche schwach hervortreten.

Daran schliesst sich der bis 25 *cm* lange Achsentheil, an welchem dicht gedrängt die zahlreichen, wohl gegen 100 Blüthen in den Achseln von kleinen, weisslichen Hochblättern sitzen. Wenn die Knospen dem Aufgehen nahe sind, so haben sie sich aus der ursprünglich aufrechten Lage so nach abwärts geneigt, dass sie etwa um $^1/_2$ Rechten von der Blüthenstandsachse abstehen. Das ungefähr 4 *cm* lange, schmutzig rosenrothe, nach der Spitze etwas grünliche und mit zahl-

reichen Spaltöffnungen versehene Perigon hat eine etwas schiefe, glockig-röhrige Gestalt, indem dort, wo der mehr glockige Theil sich an den röhrigen anschliesst, ein schwach nach aussen hervortretender Winkel sich zeigt, wodurch schon eine Neigung zur Zygomorphie hervorgebracht wird Diese Zygomorphie zeigt sich nun noch mehr in den Staubgefässen, sowohl in deren Länge, als in deren Richtung, welche beide es bewirken, dass aus der mit sechs abgerundeten Zipfeln sich öffnenden Blüthe die aus ihr etwas hervorragenden Antheren in einer hufeisenförmigen Anordnung liegen.

Wenn nun die Antheren sich öffnen, so ist der vom Gipfel des Fruchtknotens entspringende Griffel noch so kurz, dass seine Spitze oberhalb der Antheren liegt, so dass auf diese durch Fall der Pollen nicht gelangen kann, was auch ohnehin von keinem Belang sein würde, da zu dieser Zeit die Narbe an der Spitze des Griffels noch gar nicht entwickelt ist. In dieser ersten Blühperiode kann also nur Pollen aus den Blüthen von den Besuchern geholt und keine Bestäubung der Narbe vollzogen werden. Honigsaft wird in dieser Zeit im Blüthengrunde in so grosser Menge ausgeschieden, dass er beim leichten Erschüttern des Blüthenstandes in Tropfen aus den Blüthen herausfällt

Allmählich verlängert sich nun der Griffel, und während das Perigon sich an seinem glockigen Theil schmutzig grün färbt und seine 6 langen Zipfel sich zusammenschliessen, tritt der Gipfel aus diesen, manchmal bis zu 5 *mm*, hervor und biegt sich hierbei etwas nach aussen um, so dass seine nunmehr entwickelte Narbe von den Besuchern der Blüthenstände, wenn sie von unten her anfliegen, bestäubt werden kann. Die Blüthen sind ausserdem zu dieser Zeit in die senkrechte Lage getreten, in welcher nun, wie gesagt, die Bestäubung mit dem von anderen Blüthenständen herbei gebrachten Pollen stattfindet.

Hierauf tritt ein dritter Zustand der Blüthen ein: sie neigen sich nämlich unter Verfärbung noch mehr über die senkrechte Lage hinaus der Blüthenstandsachse zu, wodurch es bei den unteren Blüthen dazu kommt, dass ihre weit aus ihnen hervorragende, nunmehr längst bestäubte Griffelspitze sich eng der Achse des Blüthenstandes anlegt, und so an sie nicht unnöthig Pollen angewischt werden kann. — Die Blüthen von *Veltheimia viridifolia* sind hiernach sehr hervortretend protandrisch.

Noch hervorzuheben ist es, dass durch die verschiedene Richtung der Blüthenknospen, der offenen und der abgeblühten Blüthen, der ganze Blüthenstand nicht das Aussehen einer Pyramide hat, sondern unten und oben verschmälert ist: unten liegen nach abwärts die Griffel der untersten Blüthen der Blüthenstandsachse zu, oben wird ein zugespitzter Schopf durch die letzten Hochblätter gebildet, in deren Achseln die Blüthen nicht zur Entwickelung gekommen sind.

Durch die so stark ausgesprochene Protandrie der Blüthen von *Veltheimia viridifolia* wird auch bewirkt, dass dieselben bei uns in den Gewächshäusern nur dann Früchte ansetzen, wenn künstliche Bestäubung vorgenommen worden, indem die Blüthezeit in den Februar und März fällt, wo noch keine Bestäuber fliegen. Hierdurch kommt es wahrscheinlich, dass wohl nur wenigen die Früchte von *Veltheimia viridifolia* bekannt sein dürften, welche sehr interessante Eigenthümlichkeiten besitzen und die Hauptursache der vorliegenden Mittheilung sind, da ja die Protandrie der Blüthen schon bei so vielen Pflanzen beobachtet worden, dass es von keinem besonderen Werthe gewesen wäre, die Anzahl dieser Fälle noch um einen zu vermehren.

Während bei den meisten Liliaceen sich aus dem dreifächerigen Fruchtknoten eine Kapsel entwickelt, welche mit drei Klappen fachspaltig aufspringt und zahlreiche Samen enthält, welche an sich durch ihre platte Gestalt (Tulpen) oder durch einen Flügelrand (*Lilium giganteum*) die Verbreitungseinrichtung haben, so bildet sich hier bei *Veltheimia viridifolia* eine ganz andere Frucht aus, nämlich eine dreiflügelige Trockenfrucht, welche nicht aufspringt und nur ein bis drei Samen enthält. Diese Ausbildung von nur wenigen Samen, welche in grossem Gegensatz zu den meisten Liliaceen steht, ist schon dadurch vorbereitet, dass schon im Fruchtknoten der Blüthe nur wenige Samenanlagen vorhanden sind. Wenn die Blüthe sich öffnet, so ist ihr Fruchtknoten schon bis 14 *mm* lang; ungeachtet dieser Länge enthält er aber in jedem Fache und in der Mitte dessen Länge nur zwei, sich gegenüber stehende Samenanlagen, also im Ganzen nur sechs, von denen sich dann nur eine bis zwei zu Samen entwickeln. Es ist hier also nicht wie etwa bei *Tilia* und anderen, wo in dem Fruchtknoten sehr zahlreiche Samenanlagen enthalten sind, von denen aber nur eine sich zum Samen entwickelt, womit es dann im Zusammenhange steht, dass die einsamige Frucht sich nicht öffnet und an sich, nicht an ihrem Samen, die Verbreitungseinrichtung trägt.

Wenn, um die interessante Ausbildung der Frucht von *Veltheimia viridifolia* näher zu besprechen, die Befruchtung in den Blüthen eingetreten ist, so bleibt um den anschwellenden Fruchtknoten noch lange, vielfach bis zur Samenreife, das abdürrende Perigon als Schutz an der Spitze der Frucht sitzen, nachdem es sich beim Anschwellen der Frucht an seiner Basis von der Blüthenachse losgelöst hat. Der Fruchtknoten hat in der Blüthe sechs vorspringende, nach aussen abgerundete Kanten, welche, zu drei Paaren genähert, dem Rücken der drei Fruchtblätter entsprechen. Diese drei Rücken entwickeln sich nun zu den drei Flügeln der ca. 4 *cm* langen Frucht und haben in der Mitte ihrer Länge einen Durchmesser von etwa 8 *mm*. Diese Flügel bilden nun ein ausgezeichnetes Verbreitungsmittel für die reife, nicht aufspringende, wenigsamige Frucht. Die Stiele der reifen

Früchte sind nämlich so brüchig, dass ein leiser Luftzug sie zerreisst und so die Früchte davonführt. Mit Sorgfalt war ein Fruchtstand vor jeder Erschütterung bewahrt worden, als er dann aber photographirt werden sollte und hierzu im Freien aufgestellt wurde, bewirkte ein leichter sich erhebender Wind, dass ein Theil der Früchte abgeweht und weit hinweg geführt wurde. Während nun zu der Zeit, wo die Flügelfrüchte reif sind und vom Winde verbreitet werden können, dieselben ganz geschlossen sind, so tritt doch nach längerer Zeit ein Aufreissen derselben von ihrem Gipfel aus ein, und zwar in der Weise, dass an der Spitze der einen von den drei Klappen der lange, nicht abgefallene, sondern stark erhärtete Griffel als ein peitschenartiger Körper sitzt. Wenn nun auch hierdurch die interessanten Früchte sich schliesslich öffnen, so sitzt der Samen in ihnen doch noch immer so fest, dass er nur schwer herausgeschüttelt werden kann.

In freier Natur wird die Verbreitung dieser Flügelfrüchte jedenfalls so vor sich gehen, dass sie bei ihrer Reifezeit vom Winde losgerissen und fortgeführt werden, wobei sie dann an einen für das Keimen des in ihnen enthaltenen Samens geeigneten Ort gerathen, und die Fruchthülle, in welcher dieser steckt, eher vermodert, als sie durch langes Austrocknen aufplatzt und den Samen frei entlässt.

Als das wohl Interessanteste von der vorstehenden Mittheilung sei zusammengefasst, dass wir in den meist nur einsamigen, nicht aufspringenden Früchten von *Veltheimia viridifolia* ein interessantes Beispiel davon haben, dass das Aufspringen trockener Früchte im Zusammenhang stehe mit der Anzahl der in ihnen enthaltenen Samen, und dass bei einsamigen Trockenfrüchten die Verbreitungseinrichtung nicht an den Samen, sondern an der Frucht selbst sich befindet.

## 3. Ueber die Verbreitungseinrichtung der Früchte von Hedysarum multijugum.

Im Allgemeinen lassen sich die Arten der Gattung *Hedysarum* in solche eintheilen, deren Theilfrüchtchen mit Widerhaken, theils einzelligen, theils mehrzelligen, bedeckt sind, so dass diese Theilfrüchtchen dadurch verbreitet werden, dass sie Pelzthieren anhaften, während eine andere Abtheilung Theilfrüchtchen besitzt, welche ganz glatt sind, dabei platt gedrückt und rings mit einem dünnen Flügelrande umgeben, so dass sie leicht vom Winde hinweg geführt werden können. In sehr interessanter Weise abweichend zeigen sich nun die Früchte von *Hedysarum multijugum*; dieselben sind nämlich für Verbreitung durch den Wind eingerichtet, haben aber noch Ueberreste der Einrichtung für Verbreitung durch Thiere.

In der Blüthe ist der Fruchtknoten dicht mit einzelligen Haaren

bedeckt, welche sich aber später an ihrer Spitze nicht umkrümmen und hakig werden; anstatt dessen wachsen nach der Befruchtung aus den Rändern der Furche, welche der Fruchtknoten an seiner oberen Kante hat, und aus der unteren Kante desselben zellige Wülste hervor, welche zwar an ihrer Spitze sich etwas umbiegen, hier aber ganz abgerundet bleiben, so dass auch sie als Anhaftungsmittel nicht dienen können. Solche stumpfen Haken finden sich auch hier und da auf den Flächen der Früchte. Indem nun die allem Anschein nach früher gut ausgebildete Verbreitungseinrichtung durch Hakenanhänge bei diesen Früchten nicht mehr functionsfähig ist, so hat sich eine andere Verbreitungseinrichtung ausgebildet, aber in ganz anderer Weise, als in der oben angegeben Abtheilung der mit einem Flügelrande versehenen Theilfrüchte von *Hedysarum*-Arten.

Nach der Befruchtung fällt nämlich die Blumenkrone nicht ab, und das grosse Vexillum, sowie die beiden Carinalblätter — dieselben sind ganz klein und fadenförmig — bilden nun eine ausgezeichnete Einrichtung zur Verbreitung durch den Wind, welche Einrichtung der an ihrem Stiele sich ablösenden Frucht eine grosse Aehnlichkeit mit den Früchten von *Polygala*-Arten verleiht, wo ja aber der Fliegemechanismus durch zwei Kelchblätter hervorgebracht wird, während hier, bei *Hedysarum multijugum*, der röhrige, an der oberen Kante gespaltene, fünfzipfelige Kelch für die Verbreitung durch den Wind von gar keiner Bedeutung ist.

Mit dieser Einrichtung der Früchte von *Hedysarum multijugum* zur Verbreitung durch den Wind steht nun der Umstand in offenbarem Zusammenhang, dass die Früchte, an denen die Haken functionslos geworden sind, meistens nur ein einzelnes Glied, selten deren zwei oder drei haben, so dass also die Samen durch die aus der bleibenden Blumenkrone gebildete Fliegeeinrichtung einzeln verbreitet werden.

Es liegt hier eine eigenthümliche Verkettung von Verhältnissen und Veränderungen vor, von denen die eine immer die andere bedingt: die ursprünglich wohl mit Widerhaken bedeckten, mehrgliederigen Früchte haben ihre Widerhaken verloren, an deren Stelle als Verbreitungseinrichtung die stehen bleibende Blumenkrone getreten ist, womit es dann wieder zusammenhängt, dass diese nicht die Fliegeeinrichtung für eine mehrgliederige, sondern für eine nur eingliederige Frucht geworden ist.

## 4. Ueber die Blüthen von Apios tuberosa.

Während meistens die sehr üppig wachsenden Pflanzen von *Apios tuberosa*, welche in Nordamerika von Pennsylvanien bis Carolina heimisch ist, nicht Blüthen entwickeln, sondern durch Wurzelknollen

sich stark vermehren, so kommt es doch manchmal, sowohl in der Heimath der Pflanze, als auch bei Cultur derselben vor, dass sie zum Blühen gelangt, was in diesem Sommer auch im Freiburger botanischen Garten in sehr reichem Masse geschah, so dass ich Gelegenheit fand, die sehr interessanten Blüthen näher zu untersuchen und hierbei den Grund zu finden, aus welchem dieselben fast niemals Frucht ansetzen. Es ist diese Fruchtlosigkeit zwar schon mehrfach bemerkt worden, so namentlich in letzter Zeit von W. N. Clute (Referat in Just's Jahresberichten 1896, II., S. 126) besprochen. Derselbe beobachtete in einem Jahre an den Blüthen einer *Apios tuberosa*, welche bis über 12 Fuss hoch wurde und äusserst zahlreiche Blüthen trug, zwar den Besuch von Bienen und einer Schaar kleinerer Insecten; die so besuchten Blüthen setzten aber nicht eine Frucht an. Letzteres geschah ebenfalls an den zahlreichen, wildwachsenden Exemplaren der Umgegend, welche aber, wenn überhaupt blühend, stets sehr armblüthig waren; während im nächsten Jahre zwei Hülsen reiften. Nähere Untersuchungen über den Grund dieser Unfruchtbarkeit der *Apios tuberosa* scheinen nun nicht gemacht worden zu sein, so dass meine soeben gemachten Beobachtungen vielleicht etwas Neues bieten.

Die kurz gestielten Blüthen der *Apios tuberosa* stehen zu 3—5 in Büscheln an einer gestreckten Achse etwa horizontal von dieser ab und sind sehr schwer durch eine Zeichnung darzustellen, aber auch eine anschauliche Beschreibung hat ihre Schwierigkeiten.

Der zygomorph-glockige Kelch hat oben zwei kleine, genäherte Zipfel, seine beiden seitlichen Zipfel sind etwas länger und spitzer als die oberen; der unterste ist der längste und spitzeste.

Die Blumenkrone hat eine schmutzig braune Farbe, welche nicht etwa durch Combination von zwei reinen Farben, wie bei den meisten braunen Blüthen hervorgebracht wird, sondern durch einen braunroth gefärbten Zellsaft.

Das Vexillum hat nun namentlich eine schwer zu beschreibende Gestalt: seine beiden Hälften sind dachartig abwärts gebogen, wie bei vielen Papilionaceen, haben aber an dem vorderen Ende dieser Dachfirste eine nach aussen schwach wulstig erscheinende Tasche, in welcher die Spitze der Carina und der von dieser eingehüllten Geschlechtssäule fest eingeschlossen liegt und liegen bleibt. Dem Haupttheil nach ist dies Vexillum auf der Innenseite braunroth gefärbt, an der Basis hat es aber auf hellgrünem Grunde dunkelgrüne Streifen, welche mit dunkelbrauner Farbe sich in das hellere Braunroth des Vexillums eine Strecke hineinziehen, so dass also hier ein deutliches Saftmal vorhanden ist.

Die beiden Alae sind zu beiden Seiten der Carina, diese zwischen sich hindurchlassend, derartig umgebogen, dass sie fast horizontale

Lage haben und den anfliegenden Insecten als Stützpunkt dienen können.

Sehr merkwürdig gestaltet ist nun die Carina. Dieselbe besteht nämlich in einer fast drehrunden, von der Seite nur schwach zusammengedrückten Röhre, welche im Halbkreise nach oben umgebogen ist und mit ihrem Gipfel fest in der Tasche des Vexillums eingeschlossen liegt. Diese Röhre hat nur an der oberen, inneren Seite einen Spalt, dessen Ränder eng an einander liegen, während an seiner unteren, äusseren Seite kein solcher Spalt sich findet, indem hier, wie die mikroskopische Untersuchung ergab, die beiden Carinalblätter nicht etwa nur eng an einander liegen, sondern vollständig mit einander verwachsen sind; an den Zellen der Oberhaut lässt sich hier in keiner Weise die Grenze zwischen den beiden Blättern, aus denen die Carina zusammengewachsen ist, erkennen.

In dieser eigenthümlich gestalteten Carina liegt nun die Geschlechtssäule fest eingeschlossen. Von den 10 Filamenten ist das obere frei, die neun anderen sind eine Strecke lang mit einander verwachsen. Sie laufen an ihren Enden spitz zu und tragen hier die ungefähr herzförmigen Antheren. Diese Antheren zeigten sich nun in allen untersuchten Blüthen mehr oder weniger verkümmert und enthielten nur ganz wenige Pollenkörner, von denen die meisten verschrumpft waren; nur ganz wenige zeigten sich normal ausgebildet. Aber auch diese wenigen Pollenkörner können nicht auf die Narbe gelangen, denn diese, von schief kopfförmiger Gestalt, liegt ein Stück höher als der Gipfel der Antheren. Dies Verhältniss ist nun an sich nicht merkwürdig, denn dasselbe kommt ja bei vielen anderen Papilionaceen vor, wo dann aber durch die Thätigkeit der Insecten die Selbst- oder Fremdbestäubung ermöglicht wird, was aber hier bei *Apios tuberosa* nicht der Fall ist. Die Geschlechtssäule und namentlich ihr Gipfel liegt hier nämlich so fest in der Carina eingeschlossen, und dazu der Gipfel der Carina in der Tasche des Vexillums so fest eingeklemmt, dass es keinem Insect gelingen kann, die Antheren und die Narbe frei zu legen und zu berühren und hierbei die Bestäubung zu bewirken.

Während bei den anderen Papilionaceen die Insecten bei ihrem Besuch der Blüthen sich auf die Mitte der Carina setzen — wobei diese entweder nach unten klappt und so Antheren und Narbe von dem Bauche des Besuchers berührt werden, oder wobei durch den Pumpenmechanismus der am Ende verbreiterten Filamente (*Lotus*), oder eine Griffelbürste (*Phaseolus*) der Pollen aus der Spitze der geschlossen bleibenden Carina herausgedrückt wird — so kann dies bei der Krümmung und Gestalt der Carina, und weil deren Gipfel fest in der Vexillumstasche eingeschlossen ist, nicht stattfinden, sondern die Insecten müssen rechts und links von der Carina durch

eines der beiden hier befindlichen Thore zum Grunde der Blüthe vordringen, wobei ihnen einer der beiden, rechts und links von der Carina horizontal aus der Blüthe hervorstehenden Alae zum Stützpunkt dienen kann, und bei welchem Besuch sie niemals den Gipfel der Geschlechtssäule freilegen, geschweige denn berühren können. Nur mit Anwendung von Messer und Nadel gelang dies bei der Untersuchung der Blüthen, wo dann die freigelegte Geschlechtssäule sich noch etwas mehr herumkrümmte.

Hier liegt also eine sehr ungewöhnliche Papilionaceenblüthe vor, welche von dem sonstigen Typus der Familie sehr abweicht, ungeachtet die Anlagen zu dem Bestäubungsmechanismus anderer Papilionaceen vorhanden sind, und sogar auch noch ein Saftmal ausgebildet wird und die Blüthen stark duften. Es ist hier, so zu sagen, eine Degeneration der typischen Papilionaceenblüthe eingetreten.

Aus diesem Verhältniss erklärt sich nun auch mit Leichtigkeit, woher es kommt, dass die Blüthen von *Apios tuberosa* fast nie Früchte ansetzen — auch im Freiburger botanischen Garten bildete sich in diesem Herbste keine einzige Frucht — indem einmal der Pollen in den Antheren nur in einigen Körnern normal ausgebildet ist, und diese wenigen normalen Körner weder von selbst auf die höher als die Antheren stehende Narbe gelangen oder durch die Blüthenbesucher dorthin gebracht werden können. Wenn ausnahmsweise ein Fruchtansatz stattfindet, wie Clute beobachtete, so rührt dies vielleicht daher, dass manchmal in einer oder der anderen Blüthe die Antheren sich gut ausgebildet haben und dabei so lang geworden sind, dass einige der Pollenkörner mit der höher stehenden Narbe in Berührung kommen.

Mit dieser Verhinderung des Fruchtansatzes bei *Apios tuberosa* hängt es nun zusammen, dass, wenn die Pflanze ausnahmsweise zum Blühen kommt, die Blüthenstände ungemein reich und lange mit den braunrothen Blüthen bedeckt sind. Diese Blüthenstände, welche auf den ersten Anblick Trauben zu sein scheinen, bestehen, wie schon oben gesagt, in einer gestreckten Achse, an welcher seitlich in ungleichen Entfernungen die Blüthen zu 3—5 in Büscheln sitzen. Diese Blüthen gehen zwar nach einander in den einzelnen Büscheln auf, da sie aber unbefruchtet bleiben, so halten sich ihre Blumenkronen lange frisch, so dass die Blüthenstände mit Blüthen von sehr verschiedenem Alter bedeckt sind.

Es liegt nun sehr nahe, wie auch schon Clute gethan hat, die Unfruchtbarkeit der Blüthen von *Apios tuberosa* in Zusammenhang damit zu bringen, dass die Pflanze sich sehr stark durch Wurzelknollen, also ungeschlechtlich, vermehrt. Aller Wahrscheinlichkeit nach hat die Blüthe von *Apios tuberosa* ursprünglich den Bau und den Bestäubungsmechanismus anderer Papilionaceen gehabt, und es hat sich

hier aus der bei diesen noch möglichen Fremdbestäubung, meist aber Selbstbestäubung, der oben beschriebene Zustand herausgebildet, welcher die Bestäubung auch durch fremde Beihülfe unmöglich machte, womit es Hand in Hand ging, dass die ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Wurzelknollen sich immer mehr ausbildete. Diese letztere ist nun heutzutage in den meisten Fällen zur Alleinherrschaft gekommen, und nur dann und wann, vielleicht durch den Einfluss des Wetters, kommt es dahin, dass an Exemplaren, welche sonst keine Blüthen tragen, diese plötzlich wieder auftreten, als eine Rückkehr zu früheren Zeiten. Diese Blüthen kehren aber dann doch meist nicht wieder zur Fruchtbarkeit und nie zu dem früheren Bestäubungsmechanismus zurück, sondern zeigen die im Vorstehenden beschriebene Degeneration desselben.

## 60. J. Schrodt: Zur Oeffnungsmechanik der Staubbeutel.

Eingegangen am 22. October 1901.

Bekanntlich besteht bei den mono- und dicotylen Pflanzen die Wand der Staubbeutel aus drei differenten Schichten: der Epidermis aussen, der Tapetenschicht innen, deren Zellen bei der Reife des Organs aufgelöst sind und in diesem Zustande oft einen schleimigen Ueberzug bilden, und der Faserschicht zwischen beiden. Deren bald längs-, bald quertangential gestreckte Zellen sind mit eigenthümlichen faserförmigen Verdickungen versehen, die auf der inneren Tangentialwand stets am stärksten sind und hier oft zu sternförmigen Platten zusammenfliessen, dann auf den Seitenwänden sich verjüngend entlanglaufen und auf der äusseren, mit der Epidermis verwachsenen Tangentialschicht zapfenförmig endigen. Von dieser mittleren Schicht steht fest, dass sie das Instrument ist, dessen sich die Pflanze zum Oeffnen der Fächer bedient; es ist einwandsfrei nachgewiesen, dass Querschnitte durch dieselbe für sich allein nach Beseitigung der beiden anderen Schichten beim Trocknen und Befeuchten dieselben Bewegungen ausführen, welche sich bei vollständigen, alle drei Lagen aufweisenden Querschnitten beobachten lassen.

Ob das Vorhandensein der äusseren und inneren Schicht die Wirksamkeit der mittleren in irgend einer Weise beeinflusst, was man von vorn herein doch annehmen sollte, ist bisher noch nicht Gegenstand der Untersuchung gewesen, da die Forschung genug mit

der Frage zu thun hatte, wie denn nun eigentlich die Faserzellen wirken, oder in welcher Beziehung der anatomische Bau derselben zur Function steht. Bis in die jüngste Zeit wurde von den Botanikern auf Grund von Untersuchungen von LECLERC DU SABLON, STEINBRINCK und mir wohl allgemein angenommen, dass die Antherenklappen ihre Bewegungen beim Austrocknen durch die Verkürzungen der dünnen Membrantheile zwischen den Fasern und durch die Verlängerungen beim Befeuchten ausführen, also im Wesentlichen hygroskopischer Natur sind, wobei die Anordnung der Verdickungsleisten für die Richtung der Bewegung bestimmend ist. Als aber von STEINBRINCK und mir für die Bewegungen des Annulus der Farne die Cohäsion des Wassers in den Zellen und die Adhäsion desselben an den Zellwänden zur Erklärung herangezogen wurden, hielt sich KAMERLING auf Grund seiner Studien über die Zellmembran und über Oberflächenspannung und Cohäsion[1]) für berechtigt, unsere Anschauungen auf die Antheren zu übertragen, also die Behauptung aufzustellen, dass nicht die hygroskopische Verkürzung der dünnen Membrantheile, sondern die Adhäsion und Cohäsion der Wassermolekeln beim Schwinden des Füllwassers die Ursache der Volumverkleinerung der Faserzellen und somit der Bewegung der Antherenklappen sei. Ihm schloss sich alsbald STEINBRINCK an[2]), was für die Sache um so mehr in's Gewicht fallen musste, als derselbe bisher auf Grund seiner eingehenden Studien über den Gegenstand in mehreren Veröffentlichungen sich als überzeugter Anhänger der Schrumpfungstheorie gezeigt hatte. Doch nicht alle Vertheidiger der letzteren folgten KAMERLING. Schon im Jahre 1899 trat SCHWENDENER, aus dessen Institute meine Arbeiten über den Gegenstand hervorgegangen waren und der wie STEINBRINCK den Anspruch erheben durfte, durch eigene Beobachtungen an zahlreichen Präparaten sich ein Urtheil gebildet zu haben, im 17. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Berlin für die alte Anschauung auf's Ueberzeugendste ein. Somit stehen sich gegenwärtig zwei Theorien ziemlich unvermittelt gegenüber. Beiden gemeinsam ist die Anschauung, dass die Mechanik ihren Sitz in der mittleren, der Faserschicht, hat, und dass das Zurückrollen der Klappen, das Oeffnen, darin seinen Grund hat, dass die Zellwände der activen Schicht auf der äusseren Tangentialseite dünner sind als auf der inneren, dort also sich stärker contrahiren oder falten und dadurch sich aufrollen, etwa wie ein Blatt Papier, dessen eine Seite man befeuchtet, so dass sie grösser wird als die trockene, sich dadurch so aufrollt, dass die kürzere trockene Seite die innere wird. Beide nehmen ferner an, dass die activen

1) Bot. Centralblatt 1897 und 1898.
2) Berichte der Deutschen Bot. Ges. 1898.

Zellen todt sind und für das Spiel des Mechanismus keine dem Lebensprocess entstammenden Kräfte in Betracht kommen. Der wesentliche Unterschied zwischen beiden ist folgender: Die einen sehen in der auffallend grossen Contraction der dünnen Membrantheile zwischen den Fasern, die in der zu den Fasern senkrechten Richtung bis zu 75 pCt. betragen kann, die wirksame Kraft und behaupten, dass die Bewegungen erst beginnen, **nachdem** das Wasser aus dem Zelllumen geschwunden ist, oder **nachdem** das Zellbild unter dem Mikroskop dunkel geworden wie das einer Luftblase[1]); sie behaupten ferner, dass die dünnen Membrantheile im trockenen Zustande straff gespannt sind, wie es die Theorie fordert. Die anderen erblicken in dem Schwinden des an den Zellwänden adhärirenden Füllwassers die Ursache der Volumverminderung und behaupten dem entsprechend, dass die Bewegungen der Klappen schon eintreten, wenn die Zellen noch mit Wasser gefüllt sind, also **bevor** die „Luftblase" in ihnen auftritt, und dass ferner im trockenen Zustande die dünnen Membrantheile zwischen den Verdickungsleisten nach innen gefaltet und zerknittert, aber nicht straff gespannt sind. Das sind in den Hauptzügen die Gegensätze. Man sollte meinen, dass es leicht möglich sein müsste, durch eine einfache Beobachtung zwischen den beiden Auffassungen zu entscheiden. Geht man aber an die Sache heran, so stösst man sehr bald auf Schwierigkeiten wie die Kleinheit der Objecte, die verschiedene Grösse der Faserzellen, welche sich ungleich schnell entleeren u. a. m. Jedenfalls sind seit der oben citirten SCHWENDENER'schen Veröffentlichung keine Beiträge zur Entscheidung der Frage erschienen bezw. zu meiner Kenntniss gelangt.

Die nachfolgenden Versuche und Beobachtungen, welche an meine früheren Arbeiten über den Gegenstand anknüpfen, wurden ursprünglich in der Absicht unternommen, die Thatsachen für die eine oder andere der beiden Theorien zu vermehren, und ich ging an die Aufgabe heran in der Meinung, dass es sich nur um Contraction der Membran oder um Adhäsion und Cohäsion handeln könne. Im Laufe der Untersuchung bin ich jedoch zu der Ueberzeugung gelangt, dass neben der einen oder der anderen jener beiden Kräfte dem Turgor der lebenden Zelle noch eine bisher übersehene Rolle zufällt.

Wie ich oben schon erwähnte, gehen alle mir bekannten Forscher von der Annahme aus, dass die Zellen der Faserschicht todt sind und im Innern Wasser oder Luft enthalten; sie benutzen daher zu ihrer Argumentation meist Querschnitte durch trockenes Material. Ich machte

1) Der Kürze halber will ich im Folgenden das unter dem Mikroskop dunkel erscheinende Lumen der Faserzellen nach Verlust ihres Füllwassers als „Luftblase" bezeichnen, ohne damit über die Beschaffenheit des Inhalts, über welche die Ansichten noch getheilt sind, etwas aussagen zu wollen.

es mir nun zunächst zur Aufgabe, festzustellen, in welchem Stadium des Blühens das Absterben jener Zellen erfolgt, bezw. wann in ihnen die Luftblase auftritt. Zu diesem Zwecke entnahm ich im Frühjahr d. J. einer *Forsythia*-Art Staubgefässe verschiedensten Alters, legte dieselben sofort nach dem Abpflücken in bereit gehaltenes gut gereinigtes Maschinenöl und untersuchte nun zu Hause mit schwacher und stärkerer Vergrösserung die ganzen abgetrennten Klappen der verschiedenen Altersstufen. Diejenigen von ihnen, welche trocken, geschrumpft, und nur noch mit wenig Blüthenstaub bedeckt waren, zeigten ausnahmslos im Innern Luftblasen; dagegen enthielten diejenigen, welche eben aufgesprungen waren, keine Spur davon, eine Thatsache, welche in keine der beiden obigen Theorien hineinpasste. Um dieselbe ganz sicher zu stellen, sammelte ich dasselbe Material noch einmal ein, suchte nun aber nur diejenigen Staubbeutel heraus, welche sich eben öffneten oder geöffnet hatten und legte einen Theil derselben in Oel, den anderen in Glycerin. Bei der Auswahl nahm ich vorzugsweise solche, bei denen entweder der Oeffnungsspalt sich deutlich zeigte, ohne bereits seine volle Grösse erlangt zu haben oder bei denen die eine Hälfte des Staubbeutels schon aufgesprungen, während die andere noch geschlossen war. Wiederum konnte ich unzweifelhaft feststellen, dass bei beiden Arten der Aufbewahrung die Faserzellen keine Luft enthielten. Nur war der Oeffnungsvorgang bei den Glycerin-Präparaten, wie leicht erklärlich, etwas weiter vorgeschritten.

Damit war die weitere Frage nach dem Inhalte jener Zellen gegeben. Zu ihrer Beantwortung wurden sowohl ganze Klappen als auch Querschnitte von Antheren verschiedener Arten von Irideen und Liliaceen, die natürlich alle der Bedingung entsprachen, dass sie sich eben geöffnet hatten, erst kurze Zeit mit Glycerin behandelt und darauf mit Methylgrün oder Jodgrün gefärbt. Die dann erhaltenen Bilder liessen jedesmal einen von der Wand abgelösten Plasmakörper und in denselben eingebettet einen grossen, fein granulirten scharf begrenzten Zellkern erkennen, woraus ich schliessen zu dürfen glaubte, dass lebende Zellen durch das Glycerin getödtet worden waren.

Ferner wurden einer Magnolienblüthe unreife Antheren entnommen, die Staubbeutel an der Naht mit einem feinen Messer aufgeschnitten und dann einige Stunden in Glycerin gelegt. Der Erfolg war, dass sich die Staubbeutel wie reife geöffnet, d. h. aufgerollt hatten. Hier hatten sicher noch wachsende turgescente Zellen vorgelegen, und die Oeffnungsbewegungen sind nur durch Schwinden des Turgors in dem wasserentziehenden Glycerin zu erklären.

Denselben Versuch änderte ich in der Weise ab, dass ich als wasserentziehendes Mittel die Luft verwendete: Aus einer Fuchsien-

blüthe, deren äusserer Perigonkreis sich eben zu öffnen begann, entnahm ich die Antheren, zerlegte dieselben in etwa $^1/_2$ *mm* dicke Querschnitte, öffnete an jedem derselben die Fächer durch einen feinen Schnitt und liess diese Präparate $^1/_2$ bis 1 Stunde auf Löschpapier an der Luft liegen. Dann streckten sich die vier Klappen und rollten sich rückwärts um, wie bei normalen reifen Antheren, ohne dass irgendwie Luft in den Faserzellen aufgetreten wäre.

Aus diesen Versuchen, die mit verschiedenen Arten wiederholt wurden, scheint mir mit Sicherheit hervorzugehen, dass **bei dem erstmaligen Oeffnen der Staubbeutel** die bisherigen Vorstellungen über die Ursache desselben keine Geltung haben können, vielmehr **das Schwinden des Turgors** als die allein mögliche betrachtet werden muss; denn die Zellen der aufspringenden Staubbeutel enthalten keine Luft, sondern Plasma.

Die Fasern und Verdickungen auf der inneren Tangentialseite spielen bei dieser Erklärung dieselbe Rolle wie bei den früheren: Die lebenden Zellen sind durch den Turgordruck gespannt, natürlich dort am meisten, wo sie am dehnbarsten sind, d. h. auf der äusseren Tangentialseite. Schwindet der Turgor, so wird auch hier die Contraction am stärksten sein, und die Klappe muss sich nach aussen umrollen.

Nach diesen Beobachtungen und den daraus gezogenen Schlüssen drängt sich von selbst die Frage auf, welche Bedeutung für das Leben der Pflanze die früher festgestellten bemerkenswerthen Thatsachen: das Oeffnen und Schliessen der Klappen und Querschnitte abgestorbener Organe beim Trocknen und Befeuchten haben. Ich meine, sie sind eine willkommene Ergänzung der durch Turgescenzschwankungen eingeleiteten Vorgänge. Die todte Anthere hält den Zustand der aufgeblühten fest, vergrössert noch die Dehiscenz und, indem sie bei feuchtem Wetter sich schliesst, schützt sie den Pollen vor dem Verderben und Abgewaschenwerden; indem sie bei trockenem Wetter sich wieder öffnet, macht sie ihn auf's Neue für die Befruchtung zugänglich.

Es leuchtet endlich ein, dass mein hiermit gelieferter Beitrag zur Oeffnungsmechanik bis hierher keine der beiden früheren Theorien unterstützt. Ich will jedoch bei dieser Gelegenheit nicht unterlassen meine Ansicht dahin auszusprechen, dass ich der ersten, zuletzt von SCHWENDENER vertretenen Auffassung den Vorzug gebe. Denn 1. ist die auffallend starke Contractionsfähigkeit der Faserzellen, wie sie von SCHWENDENER constatirt wurde, nach der KAMERLING'schen Deutung eine völlig nutzlose Eigenschaft; 2. habe ich unter meinen zahlreichen Präparaten niemals eins gefunden, bei welchem die trockenen Faserzellen gefaltete oder zerknitterte Wände gehabt hätten; 3. sollte man erwarten, dass bei dem Vorhandensein

der ziemlich starken U-förmig verbundenen Strebepfeiler, die SCHINZ mit Zangen verglichen hat, beim Zerreissen des schwindenden Füllwassers Springbewegungen ähnlich denen am Annulus der Farne sich zeigen müssten. Auch etwas dem Aehnliches habe ich nie beobachtet.

Ich halte also bis auf Weiteres an folgender Auffassung fest:

Das Aufblühen der Antheren, d. h. das Oeffnen und erste Rückwärtsrollen wird durch den schwindenden Turgor der lebenden Faserzellen hervorgebracht.

Die Bewegungen der abgestorbenen Antherenklappen haben als Ursache die Contraction der Membran.

## 61. F. Hegelmaier: Ueber einen neuen Fall von habitueller Polyembryonie.

Eingegangen am 24. October 1901.

Die Veranlassung zu der nachstehenden Mittheilung giebt dem Verfasser nicht sowohl die Beschaffenheit der darin beschriebenen Entwickelungsverhältnisse, denn dieselben bieten an sich nichts Neues insofern, als sie von einem Charakter sind, der von dem einiger anderen in der Litteratur verzeichneten Fälle nicht wesentlich verschieden ist, als vielmehr der auffallende und schwer zu erklärende Umstand, dass regelmässige Polyembryonie bei einem unserer gewöhnlichsten Waldkräuter — wenigstens gilt diese Bezeichnung für den Wohnort des Verfassers — besteht, ohne bis jetzt, soweit sich irgend hat ermitteln lassen, von einem Beobachter bemerkt worden zu sein. Längeren eifrigen Suchens nach einschlägigen Vorkommnissen hat es allerdings bedurft, um ein solches bei *Euphorbia dulcis* Jacq. aufzufinden. Uebrigens hat, wie aus dem Weiteren hervorgehen wird, das im verflossenen Vorsommer gesammelte sowie sonst zur Verfügung stehende Material noch nicht hingereicht, um einige auf das Verhalten dieser Pflanze bezügliche Punkte zu erledigen, daher auch diese Zeilen nur den Charakter einer vorläufigen Notiz beanspruchen können, die bei nächster Gelegenheit noch einer Vervollständigung bedürfen wird und alsdann auch mit den nöthigen Figuren belegt werden mag.

Wenn vorhin der Fall von *Euphorbia dulcis* als ein neuer bezeichnet wurde, so bedarf dies zunächst einer Begründung insofern,

als unter den Gattungsverwandten dieser Art sich zwei befinden, für welche das gelegentliche Vorkommen von Zwillingskeimen längst angegeben ist: *Euphorbia platyphylla* L.[1]) und *Euphorbia helioscopia* L.[2]), beide citirt in der ausführlichen Zusammenstellung der bis 1860 bekannten Fälle von Polyembryonie bei A. BRAUN[3]). Diese beiden Arten bieten, wie jetzt schon bemerkt werden soll, in ihrem gewöhnlichen embryologischen Verhalten durchaus nichts Besonderes dar, und ihre Polyembryonie bildet jedenfalls einen jener Ausnahmefälle, wie sie bei einer ganzen Anzahl von Angiospermen da und dort vorgekommen, und wenn auch noch nicht immer mit Bestimmtheit, so doch öfters auf abnorme Weiterentwickelung einer der Nebenzellen des Eiapparates zurückführbar gewesen sind. Bei *Euphorbia dulcis* liegt aber ein wesentlich anderes, typisch fixirtes Verhalten vor.

Geht man von der Untersuchung in vorgeschrittener Entwickelung begriffener, etwa halbreifer Samen dieser Pflanze aus, so findet man nur in der Minderzahl (etwa $^1/_3$) derselben, im Scheitelende des den Keimsack erfüllenden Endosperms eingeschlossen, einen einzigen in der Entfaltung entsprechend weit gediehenen Keim, meist deren mehrere, 2—9, und zwar, wie für andere Fälle mehrfach beschrieben, von verschiedener Grösse und Ausbildung, öfters 1—2 mit schon angelegten Cotyledonen und differenzirten Histiogenen des Radicularendes, die anderen als unregelmässig-birnförmige, ungegliederte Körper, alle aber in der Regel zu einem einzigen unregelmässig höckerigen Paket so zusammengeklebt, dass es künstlichen Auseinanderpräparirens oder noch bequemer eines mässigen Druckes mit dem Deckglas bedarf, um ihre Zahl und Form zu erkennen. Die letztere ist denn auch in Folge des gegenseitigen Druckes häufig eine unsymmetrische, in gelegentlich gewonnenen Querschnittansichten bei manchen fast polygonale; die etwa vorhandenen Cotyledonenanlagen sind öfter von ungleicher Grösse, und die verschmälerten Basalteile in verschiedenen Combinationen auf kurze Strecken mit einander verwachsen. Nur selten fanden sich von dem beschriebenen Klumpen getrennt ein oder selbst zwei kleine Keimanfänge, eine unbedeutende Strecke vom Scheitel entfernt, dem Nucellus ansitzend. In ausgereiften, mit dunkler, spröder Testa versehenen Samen ist die Anzahl der scheitelständigen Keime stets reducirt; sind solche noch dreifach vorhanden, so ist einer von ihnen klein geblieben, und die zwei anderen, wenn sie auch beide Cotyledonen besitzen, sind doch von verschiedener Grösse; das Letztere gilt auch, wenn überhaupt nur noch zwei erhalten geblieben sind. Verwachsungen der Basal-

---

1) RÖPER, Enum. Euph. (1824), T. I, Fig. 67.
2) DE CANDOLLE, Org. vég. (1827) III, 71., T. 54, Fig. 1.
3) Abhandl. der K. Akad. der Wissensch. zu Berlin, 1859, S. 156.

stücke finden sich auch jetzt noch in einem Theil der Fälle, doch durchaus nicht in allen: ebenso Asymmetrien und Unregelmässigkeiten der Gestalt, die sich bei Berücksichtigung der Art der Zusammenlagerung leicht als mechanisch bedingt kennzeichnen, sowie ungleiche Grösse der Cotyledonen oder Dreizahl derselben, die deutlich als durch Theilung des einen entstanden zu erkennen ist. Aber auch in den Fällen, in welchen nur ein reifer Keim vorhanden ist, zeigt dieser öfters Formwidrigkeiten. Offenbar ist seine Ausbildung durch den Druck des oder der anderen in eine fehlerhafte Richtung gedrängt worden, was sich auch nach der Verdrängung und Aufsaugung jener nicht mehr hat ausgleichen können. Endlich fällt bei der Untersuchung ausgereifter Früchte auf, dass ein ganz besonders starker Procentsatz der polyembryonal angelegten Samen die Weiterentwickelung eingestellt hat, oder, wenn auch äusserlich vollkommen ausgebildet, durch Absterben der Keime taub geworden ist. Aussaaten zu machen wurde bisher versäumt; es kann aber kaum bezweifelt werden, dass die Keimungsergebnisse den für andere Pflanzen aus fremden Darstellungen bekannten entsprechen werden.

Für die Untersuchung der Frage nach der Herkunft der vorstehend aufgeführten embryonalen Producte ist *Euphorbia dulcis* kein sehr günstiges Object. Die Schwierigkeiten der Untersuchung beruhen nicht sowohl auf der Enge des Keimsackes, der sich in langgestreckt-cylindrischer (oder in der Mittelregion etwas verschmälerter) Gestalt durch den grössten Theil der Länge des Samenknospenkerns erstreckt und an seinem abgerundeten Scheitelende von einer spitz kegelförmigen, sich in das Endostom hineinschiebenden Kernwarze bedeckt ist, als vielmehr auf dem Umstand, dass das genannte Scheitelende zur Zeit der Anthese und während der darauf folgenden Entwickelungsstadien von einer dichten Plasmamasse erfüllt zu sein pflegt, welche die zarten Inhaltstheile der Scheitelregion einhüllt und auch den angewandten Aufhellungsmitteln — Essigsäure, Kali- und Chloralhydratlösung — erheblichen Widerstand entgegensetzt, so dass solche Schnitte, welche diese Partie bloss streifen, an Undurchsichtigkeit leiden, während solche, welche sie durchtrennen, ohnehin mit weitgreifenden Zerstörungen verbunden sind. In geringer Entfernung vom Scheitel setzt sich die besagte kappenförmige Plasmaanhäufung meist ziemlich unvermittelt in den dünneren Beleg des übrigen Keimsackes fort; die Endospermkerne vertheilen sich während der auf die Anthese folgenden Periode in der Scheitelkappe in geringeren Distanzen als im übrigen Plasmaschlauch, und ihre Vermehrung ist dort schon erheblich vorgeschritten, ehe es zu Vorkeimbildungen irgend welcher Art kommt, Umstände, welche zur Erleichterung der Beobachtung keineswegs beitragen. Nur selten traf ich Fälle, in denen die scheitelständige Plasma-Anhäufung

weniger reichlich ausfiel, und die in Folge dessen, wenn sie zufällig brauchbare Präparate lieferten, einen besseren Einblick in die innerhalb jener Region stattfindenden Processe gestatteten.

Zur Zeit der Anthese bietet der Inhalt des Keimsackes gewöhnliche Verhältnisse dar: einen dreizelligen Eiapparat; das Ei unterhalb seiner Schwesterzellen in Contact mit einer derselben oder beiden inserirt; an ihm angelagert den Kern des Keimsackes; im hinteren Ende die Gruppe von sehr kleinen und vergänglichen Antipoden. Insbesondere konnten in keinem Falle mehr als drei Zellen im Eiapparat gefunden werden; scheinbare Fälle von nur zwei solchen mochten auf ungünstigen Lagerungsverhältnissen beruhen. Die Theilung des Eies liefert einen Vorkeim, dessen basale Zelle sich zu einem sehr zart fadenförmigen, etwa 4 Zellen langen Suspensor entwickelt; es verdient dies betont zu werden, weil einerseits an den adventiven Keimen kein solcher zu finden ist, andererseits es aber auch nicht ohne Schwierigkeit ist, sich von seinem Vorhandensein an dem eibürtigen Vorkeim zu überzeugen; nicht bloss verschrumpft er frühzeitig, so dass er nachher überhaupt nicht mehr zu entdecken ist, sondern er entzieht sich auch während seiner Existenz gewöhnlich der Wahrnehmung, so dass dieselbe mir längere Zeit entging; es bedarf vorsichtigen Herauspräparirens des Vorkeims, um den Suspensor im Zusammenhang mit diesem zu erlangen. Der weitere Verlauf zeigt nun, dass dieser eibürtige Vorkeim, welchem vor seinen Nachfolgern von vornherein ein von diesen nicht mehr auszugleichender Vorsprung in der Entwickelung zu statten kommt, auch derjenige ist, der im endgültigen Zustand als der grösste oder einzige auftritt. Mindestens muss dieses Verhalten das regelmässige sein; es mag wohl vorkommen, dass dieser Keim von den nachfolgenden wieder verdrängt wird, doch ist hierüber nichts Bestimmtes zu sagen.

In Beziehung auf die Entstehung adventiver Keime nun sei in Kürze die vorläufige Bemerkung gestattet, dass dieselben nicht alle gleichartigen Ursprunges sind, sondern dass die vorliegenden Beobachtungen keine andere Erklärung zulassen, als die, dass die Polyembryonie von *Euphorbia dulcis* durch einen gemischten Process entsteht, dass die Adventivkeime theils nucellare Aussprossungen sind, theils Zellen des Eiapparates entstammen. So ungern man sich zu einem solchen Zugeständniss verstehen mag, so kann doch daran erinnert werden, dass nach den für *Allium odorum*, bei welchem ei- und wandbürtige Vorkeimbildungen sogar mit einer dritten Kategorie von solchen combinirt vorkommen und jene selbst der Entwickelung zu reifen Keimen fähig sind, vorliegenden Erfahrungen ein solches Verhalten keineswegs vereinzelt dasteht. Es ist schon oben gelegentlich erwähnt worden, dass in vereinzelten Fällen etwas rückwärts von dem

eigentlichen Scheitel des Keimsackes nucellare Sprossungen zu beobachten gewesen sind; und dem entsprechen auch solche mitunter aufstossende Fälle, in welchen bei vorgeschrittenem Zustand der eine der adventiven Keime von den übrigen räumlich getrennt gefunden wird. Namentlich aber sieht man an der äussersten Spitze des Keimsackes papillenförmige Auswüchse hervortreten; es sind dies die am spätesten entstehenden und die geringste Grösse erreichenden, sich von vornherein zu Kümmerlingen entwickelnden Mitglieder des sich dort bildenden embryonalen Klumpens. Die kegelförmige Spitze des Nucellus, die den Keimsackscheitel bedeckt und sich, wie auch der übrige Samenknospenkern, ziemlich lange erhält, hat grosse Aehnlichkeit mit der von STRASBURGER[1]) für den entsprechenden Theil von *Alchornea* (*Caelebogyne*) *ilicifolia* gegebene Darstellung; und man sieht in den inneren, an den Keimsack grenzenden, jenen Sprossungen als Basis dienenden Zellen dieser Partie den Inhalt, der sowohl aus der eigentlichen Spitze als aus den rückwärts gelegenen Nucellustheilen schwindet, sich anhäufen und länger erhalten. Ist also nach dem Gesagten ein Theil der adventiven Vorkeimgebilde offenbar nucellaren Ursprungs, so kann dies doch nicht von allen gelten. In die Plasmakappe eingebettet und zweifellos ausser Zusammenhang mit dem Nucellusgewebe sieht man in manchen Fällen 1 oder 2 mit Membran nach aussen abgegrenzte, durch eine Querwand in 2 oder durch abermalige longitudinale oder schiefe Segmentirungen weiterhin in 4 und mehr Zellen abgetheilte, von dem umhüllenden, Endospermkerne einschliessenden Plasma durch stärker lichtbrechenden Inhalt sich abhebende Gebilde; will man nicht etwa die unwahrscheinliche Hypothese aufstellen, dass diese endospermatischer Entstehung seien, — was ja nicht ganz ohne Analogie sein würde nach den von TREUB[2]) für *Balanophora* gemachten Ermittelungen — so können sie nur aus „Synergiden“ hervorgegangen sein. In der Folge, wenn sich der ganze Complex der Vorkeime zu einem geschlossenen Ballen vereinigt hat, ist der genetische Charakter der einzelnen adventiven Producte nicht mehr erkennbar; wirkliche Suspensorbildungen fehlen ihnen allen. Die oben erwähnten öfters vorkommenden Verwachsungen zwischen den basalen Theilen der Keimgebilde sind offenbar grossentheils Verwachsungen im strengen Sinne des Wortes; man findet gelegentlich auch Verklebungen zwischen an einander gepressten Oberflächenpartien, die noch trennbar sind, aber bei längerer Dauer sicherlich zu wirklicher Verwachsung geführt haben würden. Indessen scheinen auch congenitale Verbindungen zwischen den am spätesten entstehenden apicalen Aus-

1) Jenaische Zeitschr. für Naturwissensch. XII (1878) T. XIX, Fig. 51.

2) Annales jard. bot. Buitenz. XV (1898). I.

sprossungen vorzukommen; solche sind ja auch sonst bekannt, z. B. bei den zu mehreren aus gemeinschaftlichen Wülsten hervorgehenden nucellaren Aussprossungen von *Mangifera*[1]) und *Opuntia vulgaris*[2]).

Es ist seither ein für die Auffassung des Verhaltens unserer *Euphorbia* wesentlicher Punkt nicht berührt worden, der als zur Zeit nicht erledigt betrachtet werden muss, und um dessen willen hauptsächlich der ganze Gegenstand oben als noch nicht abgeschlossen bezeichnet worden ist: die Frage der Befruchtung. Gleichwohl sollen dieser einige Bemerkungen gewidmet werden. Das besprochene Object ist für die Untersuchung einschlägiger Vorgänge sicherlich eines der ungünstigen; schon die geschilderte Beschaffenheit des Scheitelendes des Keimsackes würde die Erkenntniss des Verhaltens eines in dasselbe eingedrungenen Pollenschlauches und seiner Inhaltstheile zu den Theilen des Eiapparates und dem Kern des Keimsackes zu einer sehr schwierigen, zur Zeit wohl kaum lösbaren Aufgabe machen. Ich muss nun aber weiterhin unumwunden gestehen, dass es mir bisher bei mehrfachem Suchen nicht möglich gewesen ist, einen durch das Gewebe des Nucellusscheitels durchtretenden Pollenschlauch positiv zu Gesicht zu bekommen. Andererseits ist, wie aus dem Früheren hervor geht, das Ei entwickelungsfähig, und dass ein negatives Ergebniss wie das angegebene keine endgültige Bedeutung beanspruchen kann und jeden Augenblick durch einen positiven Befund gegenstandslos gemacht werden kann, ist ja selbstverständlich. Einstweilen aber kann nicht unterlassen werden, auf einige Eigenthümlichkeiten von *Euphorbia dulcis* hinzuweisen, die in ihrem Zusammentreffen mindestens eine sehr erhebliche Reduction des gesammten männlichen Apparates anzeigen und schon an sich der Erwähnung nicht unwerth sein mögen, weil sie meines Wissens den Autoren der ganzen beschreibenden Litteratur entgangen sind. Das Urtheil, das sich aus denselben ergeben wird, lässt sich kurz dahin zusammenfassen, dass unsere Pflanze, wenn nicht wirklich apogam-parthenogenetisch geworden — was für jetzt dahingestellt bleiben muss — immerhin auf dem Wege der Entwickelung zu solchem Verhalten sich befinden dürfte.

Die fünf wickelartigen Gruppen männlicher Blüthen, welche das Cyathium der Euphorbien, je eine in der Achsel eines der verwachsenen Involucralblätter, umschliesst, bestehen bekanntlich in der Regel aus mehreren, je nach den einzelnen Formen verschieden zahlreichen Gliedern. Reduction der Wickel auf Einzelblüthen, somit Pentandrie der Cyathien, ist für kleinwüchsige Formen der *Anisophyllum*-Gruppe bekannt[3]), dagegen nicht für grössere und speciell

1) Strasburger, a. a. O. S. 11.
2) Ganong, Bot. Gaz. XXV (1898) S. 223.
3) J. Müller, Flora 1872, S. 70.

solche aus dem engeren Verwandtschaftskreis der *Euphorbia dulcis.* Bei dieser aber finde ich mit ausgedehnter Untersuchung in keinem Fall mehr als fünf Staubblüthen in einem Cyathium, öfters aber auch deren vier oder drei, und bei Fünf- oder Vierzahl öfters eine rückständig und geschrumpft, wobei es ziemlich irrelevant ist, ob etwaige weitere Glieder auch entwickelungsgeschichtlich ganz fehlen oder doch nachweisbar sein mögen. Von den effectiv vorhandenen und wohl ausgebildeten Staubblättern erheben die allermeisten überhaupt nicht ihre Antheren über den Rand des Cyathiums; nicht häufig trifft man ein solches, über dessen Saum einer der Staubbeutel — durch Indielängestreckung hauptsächlich des unter der Gliederungsstelle gelegenen Theils des Trägers (des muthmasslichen Blüthenstieles), weniger des eigentlichen Filamentes — ein Wenig hervorragt. Für die übergrosse Mehrzahl der Antheren ist Eingeschlossenbleiben das normale Verhalten, und untersucht man ihre Fächer, so findet man, dass sie entweder überhaupt geschlossen bleiben oder, wenn auch die Suturen klaffen, doch kein Auseinanderschlagen der Klappen mit Austritt der Pollenzellen erfolgt. Wichtiger aber ist die Qualität der letzteren. Dass zwischen den Pollenkörnern verschiedener Euphorbien Structurverschiedenheiten bestehen, ist seit lange bekannt; es existiren solche noch in weitergehendem Masse als bei H. Mohl[1]) für einige Arten angegeben ist; insbesondere zeigt der Bau der Pollenkörner einiger sonst der *Euphorbia dulcis* ähnlichen Arten: *Euphorbia angulata* Jacq., *carniolica* Jacq., *papillosa* Pouz., *verrucosa* Lam. gewisse charakteristische Verschiedenheiten von jenem bei *Euphorbia dulcis* und anderen darauf untersuchten Euphorbien, wie *Euphorbia Peplus, helioscopia, stricta, splendens*; näher auf diesen Gegenstand einzugehen ist hier nicht der Ort. Wohlgebildete Pollenzellen der letzteren Reihe nun zeigen einen im Wesentlichen gemeinsamen, typischen Bau, der sie leicht erkennen lässt. Bei *Euphorbia dulcis* aber besitzen die allerwenigsten Pollenkörner diese Normalstructur; die Mehrzahl ist von einer Beschaffenheit, die sie schlechtweg als untauglich charakterisirt. Das Mengenverhältniss derjenigen, die als tauglich zu bezeichnen sind, ist sehr verschieden und schwankt nach Untersuchung des Inhaltes einer grossen Zahl reifer Antheren zwischen schätzungsweise etwa $^1/_3$ und $^1/_{15}$ der untauglichen; ob jene etwa eine bestimmte Lage in den Loculamenten einnehmen, wurde nicht untersucht[2]). Pleomorphie der Pollenkörner wird auch von ein-

1) Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Gewächse (1834), S. 65, 98.

2) Die Anwendung der Worte „tauglich“ und „untauglich“ im vorliegenden Fall sei gestattet, obwohl sie hier unter anderem deshalb, weil es sich um gleichzeitige morphologische Differenzen handelt, eine etwas andere Bedeutung haben als bei Correns (diese Berichte 1900, S. 427ff.). Es soll dadurch nur der Gebrauch neuer Ausdrücke vermieden werden.

zelnen anderen Pflanzen angegeben; was die als untauglich bezeichneten von *Euphorbia dulcis* betrifft, so sind sie von den tauglichen nicht bloss durch viel geringere Grösse und durch Mangel cytoplasmatischen Inhalts, sondern auch durch Form und Structur ihrer Membranen verschieden; besondere Keimungsversuche, die ich leider mit Rücksicht auf die tauglichen zu machen noch versäumt habe, würden ohne Zweifel die Unfähigkeit der untauglichen zur Schlauchbildung erweisen. Uebrigens sind auch mitunter Uebergangsbildungen zwischen beiden Formen zu treffen.

Wie bekannt, sind die *Euphorbia*-Cyathien stark proterogyn; *Euphorbia dulcis* speciell, als Bewohnerin des Waldschattens — eine Eigenschaft die sie zwar nicht von allen, aber doch den meisten ihrer europäischen Gattungsverwandten unterscheidet — erfreut sich von vornherein eines nur beschränkten Besuchs durch Insecten, und diese werden bei dem Verhalten der Staubblüthen und bei dem Umstand, dass sie gar keines Eindringens in die Cyathien bedürfen, um die Randdrüsen-Nektarien zu erreichen, nur selten einer Anthere Pollen entnehmen können; Luftbestäubung endlich ist durch die Beschaffenheit des Pollens ausgeschlossen. Die Vereinigung aller dieser Umstände lässt daher die Wahrscheinlichkeit des Zustandekommens einer Bestäubung, zumal einer wirksamen, a priori recht gering erscheinen, während der Fruchtansatz sehr regelmässig erfolgt. Es wurden daher auch zahlreiche Narben im geeigneten Stadium untersucht, mit einem Resultat, das immer noch keine festen Anhaltspunkte für die Beantwortung der besprochenen Frage zu geben im Stande war, das aber den nach Lage der Dinge zu hegenden Erwartungen entsprach. In sehr vereinzelten Fällen konnte das eine oder andere *Euphorbia*-Pollenkorn von der Beschaffenheit der tauglichen auf einer Narbe aufgefunden werden, ob mit Austreibung eines Schlauchs liess sich nicht positiv bestimmen; manche Narben trugen überhaupt eine grössere oder geringere Anzahl, andere ganz vereinzelte Pollenkörner, mitunter untaugliche, aber in weit überwiegender Anzahl verschiedene fremdartige, die nicht specifisch bestimmt wurden. Für weitere Beobachtungen werden namentlich isolirt cultivirte, durch Excision eines Theils der Cyathien geeignet zugerichtete Pflanzen verwendet werden können.

Als sicherer Beweis einer stattfindenden Befruchtung kann auch die Entwickelung eines Endosperms bei *Euphorbia dulcis* nicht gelten, da mehr als ein Fall bekannt ist, in welchem dieses Gewebe ohne Zutritt eines generativen Kerns zu den (vereinigten oder nicht vereinigten) Polkernen zur Ausbildung kommt. Mag es sich mit der Angabe von COULTER[1]) für *Ranunculus* verhalten wie es will, so

1) Bot. Gaz. XXV, 83.

steht auch weiterhin der Fall von *Alchornea*, wo der Sachverhalt längst festgestellt ist, nicht mehr vereinzelt da; dass das „parthenogenetisch" entstehende Endosperm von *Antennaria alpina*[1]) und *Alchemilla* spec. plur.[2]) als transitorisches auftritt, entspricht ja lediglich den Gepflogenheiten der weiteren Verwandschaftskreise dieser Gattungen.

Im Vorstehenden ist das Verhalten unserer *Euphorbia* an ihren natürlichen Wohnorten in hiesiger Gegend beschrieben worden; ob dasselbe überall das gleiche ist, weiss ich nicht zu sagen. Dass dies aber anderwärts wenigstens für den Punkt der Polyembryonie gilt, geht aus einer bestimmten Erfahrung hervor. Im hiesigen Garten werden unter dem Namen *Euphorbia alpigena* Kern. (einem Synonym von *Euphorbia dulcis*) etliche Stöcke dieser Pflanze cultivirt, die aus dem Innsbrucker Garten stammen, und die ich zwar zur Zeit der Anthese und in der unmittelbar darauf folgenden Periode, weil leider zu spät auf sie aufmerksam geworden, nicht mehr untersuchen konnte, die aber mit den unserigen, soweit es die Erscheinung der Polyembryonie betrifft, ganz übereinstimmen, bloss mit dem Unterschied, dass sie sich durchschnittlich, vielleicht in Folge des Culturverhältnisses, noch productiver erwiesen, und bis zu 11 Keimanfänge auffinden liessen.

Im Uebrigen aber muss, während über die Ursachen, aus denen sich *Euphorbia dulcis* zu habitueller Polyembryonie entwickelt haben mag, sich kaum Vermuthungen aufstellen lassen werden, die Frage sehr nahe liegen, ob bei einer Gattung von so ungeheurem Umfang, so weiter Verbreitung und so reicher Gliederung, wie die Euphorbien, diese Eigenschaft auf eine einzige, zumal eine verschiedenen anderen sehr ähnliche Form beschränkt sein könne: die seither gemachten, nicht zahlreichen Erhebungen sind indessen durchaus negativ ausgefallen. Ausser den schon im Eingang erwähnten einjährigen Formen: *Euphorbia helioscopia* und *platyphylla*, ferner *Euphorbia Peplus* und der schon vor längerer Zeit zu anderen Zwecken untersuchten *Euphorbia Lathyris* wurden *Euphorbia stricta*, *nicaeensis* und namentlich etliche perenne Formen aus dem engeren Verwandtschaftskreis von *Euphorbia dulcis* vorgenommen: *Euphorbia angulata* Jacq., *carniolica* Jacq., *papillosa* Ponz., *verrucosa* Lam., in getrockneten Materialien; endlich selbst die vielcultivirte *Euphorbia splendens*. Bei allen aber war das Resultat dasselbe: bei allen besteht die sattsam bekannte, reiche Entwickelung der männlichen Inflorescenztheile, wobei stets Staubblätter in Menge aus den Cyathien vorragen, combinirt mit dem Vorhandensein von nur einerlei inhaltreichen Pollenkörnern; — dass

1) Juel in Kongl. Svensk. Vetensk.-Akad. Handl., Vol. 33, Nr. 5, nach dem Referat in Bot. Ztg. 1891, S. 132.

2) Murbeck, Lunds Univ. Årsskr., Vol. 88, S. 34.

unter diesen da und dort eines ausnahmsweise verkümmert ist eine auch anderwärts verbreitete Erscheinung; — und in den untersuchten Samenanlagen fand sich stets nur ein einziger Keimanfang, an dessen Charakter, als generativ und eibürtig entstanden, zu zweifeln kein Grund vorliegt.

So lange die Frage nach der generativen Weiterentwickelung des Eies bei *Euphorbia dulcis* nicht positiv entschieden ist, kann es nicht angezeigt sein, über den Platz, der in der Reihe der anderen Fälle von Polyembryonie dem hier besprochenen angewiesen werden kann, massgebende Betrachtungen anzustellen. Doch seien noch einige Bemerkungen gestattet, wobei die viel zahlreicheren Fälle von bloss accidenteller Polyembryonie überhaupt ausser Acht zu lassen sein werden; übrigens mögen auch von den Fällen von habitueller Polyembryonie, wie sie in der Abhandlung von A. ERNST[1]) zum Gegenstand einer übersichtlichen Zusammenstellung unter Berücksichtigung der aus neuerer Zeit vorliegenden Beobachtungen gemacht worden sind, einzelne einer wiederholten Untersuchung nicht unwerth sein. Soweit dieselben näher beschrieben sind, gleicht keiner ganz dem unserigen, gleichviel, ob die Befruchtungsfrage in positivem oder negativem Sinne gelöst werden wird. Bei *Alchornea ilicifolia*[2]) und *Opuntia vulgaris*[3]) kommt ein Eiapparat in Folge frühzeitiger Desorganisation überhaupt nicht in Betracht, obwohl bei letzterer bis an den Keimsack vordringende Pollenschläuche beobachtet wurden: es sind dies die reinsten Fälle von Nucellarausprossung; aber auch sie lassen sich nicht, wie auch in neuerer Zeit da und dort versucht worden ist, mit gewöhnlichen vegetativen Sprossungen in eine einfache Reihe stellen aus Gründen, die schon längst und wiederholt ausdrücklich hervorgehoben worden sind[4]).

Zahlreicher sind diejenigen Fälle, in welchen Nucellarembryonen neben generativ angelegten eibürtigen Keimen entstehen: *Citrus*, *Evonymus*, *Funkia*, *Nothoscordon*[5]), die letzteren aber sich (*Evonymus*, *Funkia*, *Nothoscordon*) nur „selten“ weiter entwickeln, und die Adventivanlagen ihrerseits, wie wenigstens bei *Nothoscordon* sich ergab, ohne den von einem Pollenschlauch ausgeübten Reiz die allerersten Ansätze zur Entwickelung nicht überschreiten können. Dass bei *Evonymus* ausser den successiv entstehenden, theils mit breiterer, theils mit schmaler, fast suspensorartiger Basis ansitzenden nucellaren Aussprossungen auch ein eibürtiger Keim angelegt wird, davon konnte ich mich auch überzeugen; in einem Fall unter ziemlich zahlreichen

1) Flora 1891, S. 64 ff.

2) STRASBURGER, a. a. O. S. 15.

3) GANONG, a. a. O. S. 224.

4) A. BRAUN, a. a. O. S. 121; STRASBURGER, a. a. O. S. 13.

5) STRASBURGER, a. a. O. S. 10, 13, 3, 6.

untersuchten Samenknospen fand ich auch zwei Eiapparat-Zellen getheilt; ob dies öfter vorkommt oder zu noch weiterer Entwickelung führen kann, bleibt dahingestellt; vorgeschrittenere Zustände erlauben kaum mehr zu bestimmen, welchen Ursprung die einzelnen Keimanlagen genommen haben. Einige Bemerkungen in Bezug auf *Allium odorum*, das sich, soweit es die dem Integument entstammenden Adventivkeime betrifft, hier anfügen lässt, mögen bei diesem Anlass gemacht werden, da es mir früher[1]) so wenig als TRETJAKOW gelang, irgend welche Adventivproducte in Samenknospen, in welchen nicht ein eibürtiger Keim angelegt war, aufzufinden. Spätere gelegentliche Beobachtungen, die hauptsächlich den Zweck hatten, zu untersuchen, ob nicht etwa in frühzeitig verschnittenen Inflorescenzen, denen nur eine geringe Zahl (4—11) von Blüthenknospen belassen wurde, eine noch reichlichere Erzeugung von irgend welchen Adventivembryonen hervorgerufen werden könne, schienen zu zeigen, dass solche auch in solchen Samenanlagen, die keine Normalkeime anlegen, entstehen können. Es fand sich bei Durchmusterung von einigen Hunderten in Weiterentwickelung begriffener Samenknospen sowohl aus verschnittenen als auch in zur Vergleichung herangezogenen unverschnittenen Inflorescenzen immerhin eine mässige Anzahl solcher, welche bloss Adventivvorkeime theils aus den Antipoden, theils aus der Keimsackwand angelegt hatten, in einem Fall sogar gleichzeitig vier der letzteren neben einem der ersteren Sorte. In solchen Fällen ist natürlich immer die Hypothese zur Hand, dass eibürtige Producte vorhanden gewesen, aber bereits wieder abortiv verkümmert und verschwunden (oder gar bloss weggeschnitten worden) seien. Allein diese letztere Eventualität liess sich nach der Beschaffenheit der betreffenden Präparate leicht zurückweisen, und auch die erstere liess sich nach positiven Befunden keineswegs wahrscheinlich machen. In dem vorhin erwähnten Falle, z. B. von ungewöhnlich grosser Fruchtbarkeit waren daneben zwei Zellen des Eiapparates mit festen Wandungen, aber nicht vergrössert und ungetheilt, noch vorhanden; in einem anderen, wo bloss eine, (noch sehr kleine) Sprossung im Medianschnitt der concaven Seite der Samenknospe aufgetreten war, war im Scheitelende des Keimsackes überhaupt jede Spur des Eiapparates schon verschwunden, u. s. w. Was übrigens die gehegte Erwartung betrifft, durch Verschneiden von Inflorescenzen einen reichlicheren Ertrag von Adventivvorkeimen zu erzielen, so ging dieselbe durchaus nicht in Erfüllung; das statistische Ergebniss fiel sogar eher umgekehrt aus. Doch kann hierauf aus dem Grund kein Gewicht gelegt werden, weil sich zeigte, dass auch irgend welche anderen ursächlichen Momente mit ein-

1) Bot. Zeit. 1897, S. 135.

greifen müssen, denn verschiedene Jahrgänge waren überhaupt sehr verschieden reich an Adventivproducten, der eine (1899) sehr viel ärmer als der andere (1900). Namentlich lieferte die Untersuchung einer Anzahl verschnittener Fruchtdolden bloss einen einzigen Fall, in welchem ein wandständiger Vorkeim sich bis zu muthmasslicher Keimfähigkeit entwickelt hatte.

Ich möchte bei dieser Gelegenheit bemerken, dass das anscheinend eigenartige Vorkommen von wandständigen, in grösserer Entfernung von der Mikropylegegend entspringenden Adventivkeimen bei *Allium odorum* doch schon jetzt als keine ausschliessliche Specialität dieser Pflanze wird gelten dürfen; denn betrachtet man die von A. BRAUN gegebenen Darstellungen der reifen Samen verschiedener Arten von *Ardisia*, sowie die Keimungsbilder von *Hymenocallis*-Arten[1]), so wird man kaum fehlgehen in der Annahme, dass hier ein entsprechender Process, und zwar in ausgiebigster Form, Platz greift, mögen nun dessen Ausgangspunkte in nucellarem oder im Integumentgewebe liegen.

Falls die oben angedeutete Hypothese bezüglich der Bedeutung der Verarmung des Staubblattapparates und ihres Zusammenhanges mit der Polyembryonie bei *Euphorbia dulcis* der Wirklichkeit entsprechen sollte, so könnte es sich um die Frage handeln, welches der beiden correlativen Verhältnisse das primäre sei. Für die eine wie für die andere Möglichkeit liessen sich wohl Gründe anführen, doch möchten die zu Gunsten des Staubblattapparates sprechenden stärker in die Wagschale fallen. Phylogenetisch wäre das Verhalten unserer *Euphorbia* kaum anders zu deuten, denn als der Ausdruck eines nicht sprungweise, sondern allmählich sich vollziehenden Umbildungsprocesses, als dessen Ursache weder bekannte äussere Factoren, noch denkbare Einflüsse natürlicher Auslese in Anspruch genommen werden könnten. In dem vorliegenden Falle wäre ein solcher Process, als Ausfluss der speciellen Constitution einer einzelnen Sippe, die doch mit anderen nicht der gleichen Abänderung unterworfenen in offenbarer Verwandtschaft steht, von nicht allzu weit zeitlich zurückgehender Entstehung, jedenfalls neuerer, als der eine und andere der übrigen bekannten Einzelfälle, die ja zum Theil eine Mehrzahl von Mitgliedern einer und derselben Gattung umfassen.

Tübingen, im October 1901.

1) A. a. O. T. IV, Fig. 1—17; T. VI, Fig. 1—5.

# Sitzung vom 29. November 1901.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

**Baesecke, P.**, Apotheker in **Bingerbrück** (durch F. WIRTGEN und L. GEISENHEYNER),

**Hegi,** Dr., z. Z. in **Berlin** (durch P. ASCHERSON und P. MAGNUS),

**Hiltner,** Dr., Regierungsrath in **Berlin** (durch ADERHOLD und APPEL),

**Winkler,** Dr. **Hubert,** Assistent am kgl. botanischen Garten in **Breslau** (durch F. PAX und A. ENGLER).

Der Vorsitzende macht der Gesellschaft Mittheilung von dem am 24. d. M. erfolgten Ableben des

Herrn Professor Dr. **Carl Ed. Cramer**

in Zürich. Nachdem derselbe seinen wissenschaftlichen Namen schon als Mitarbeiter NAEGELI's bei einer Anzahl von dessen Untersuchungen begründet hatte, ist er später besonders auf dem Gebiete der Algenkunde selbstständig thätig gewesen.

Zu Ehren des Verstorbenen erhoben sich die Anwesenden von ihren Plätzen.

## Mittheilungen.

### 62. A. Ursprung: Anatomie von Cadaba glandulosa Forsk.

Mit Tafel XXIX.

Eingegangen am 26. Juli 1901[1]).

Der Untersuchung liegt ein ca. 30 *cm* langer, beblätterter, blüthenloser Zweig zu Grunde (Fig. 1), der aus Aden stammt. Die Be-

1) Diese Mittheilung war für die Juli-Sitzung angekündigt, traf jedoch erst nach dieser ein. Die Veröffentlichung wurde daher für das Generalversammlungs-Heft vorbehalten, geschieht aber auf Wunsch an dieser Stelle. Die Redaction.

stimmung des Materials (Alkoholmaterial) erfolgte an der Hand der „Florula Adenensis“ von ANDERSON[1]). Da die Capparideen zu den auffälligsten Pflanzen jener Felsenwüste gehören, so machte es schon ein flüchtiger Blick in die Flora von Aden wahrscheinlich, dass es sich um einen Vertreter dieser Familie handelte. Eine sorgfältige Bestimmung rechtfertigte diese Vermuthung und zeigte, dass der Zweig einer *Cadaba glandulosa* Forsk. angehörte.

Da diese *Cadaba* in der von ANDERSON gegebenen Diagnose als „frutex“ bezeichnet ist, der zu untersuchende Zweig aber von einem „arbor“ stammt, so war es angezeigt, das Material einem erfahrenen Botaniker zur Nachbestimmung zu übergeben. Herr Dr. CHRIST in Basel, welcher die Güte hatte, dieselbe zu übernehmen, konnte das von mir gefundene Resultat bestätigen. Es ist mir eine angenehme Pflicht, ihm an dieser Stelle meinen besten Dank auszudrücken. Der Irrthum von ANDERSON ist übrigens, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird, wohl begreiflich.

*Cadaba glandulosa* Forsk. findet sich auf trockenem, felsigem Gestein, vom Strande entfernt, und weist, den äusseren Verhältnissen entsprechend, durchaus xerophilen Charakter auf. Trotz der geringen Höhe, die nur wenig über 1 *m* (*) beträgt, haben wir einen Baum (*) vor uns mit kurzem, ca. 10 *cm* (*) dickem Stamm und dichter, immergrüner (*) Krone. Die Aeste sind äusserst stark verzweigt und die jüngsten Zweige reichlich mit Drüsenhaaren bedeckt. Der gedrungene Wuchs sowohl, als der Bau der Blätter und der Besitz zahlreicher Drüsenhaare können als wirksame Schutzmittel gegen zu starke Transpiration angesehen werden. Der Alkohol, in welchem das Material aufbewahrt wurde, hatte einen eigenthümlich scharfen, stechenden Geruch, der wohl durch die Secrete der vielen Drüsenhaare bedingt sein dürfte. Die Blätter der dicht belaubten Krone sind gestielt, oval bis rundlich, ganzrandig und haben eine relativ dicke, lederartige, im Maximum nur 2 *cm* lange Spreite, die eine kleine, oft kaum sichtbare Spitze trägt. In Folge der vielen, dickwandigen Drüsenhaare fühlt sich das Blatt rauh an. Abweichungen von der Diagnose ANDERSON's sind nicht vorhanden, mit Ausnahme der bereits erwähnten.

Wie schon KRÜGER[2]) nachgewiesen, besitzt der Stamm von *Cadaba glandulosa* Forsk. anomales Dickenwachsthum. Ich gebe in Folgendem eine eingehende Beschreibung desselben.

Auf dem Querschnitt eines etwa 3 *mm* dicken Zweiges findet

(*) Die mit diesem Sternchen versehenen Angaben verdanke ich Herrn Professor SCHIMPER.

1) ANDERSON, Florula Adenensis. Journal of the Linnean Society, Vol. 5.

2) O. KRÜGER, Beitrag zur Kenntniss der sogenannten anomalen Holzbildungen. Dissertation. Leipzig 1884.

man zu innerst das Mark, das eine Scheibe von ca. 380 $\mu$ Durchmesser darstellt. Es besteht aus ziemlich dickwandigen Zellen von regelmässig sechseckigem Querschnitt, die ca. 30 $\mu$ weit und $^3/_4$ so hoch sind. Die Wände sind verholzt und tragen eine grosse Zahl einfacher Tüpfel. Sämmtliche Markzellen haben gleichartigen Bau und führen als Inhalt bedeutende Mengen Stärke. Das Mark ist umgeben von dem durch regelmässige cambiale Thätigkeit entstandenen Holzcylinder, welcher aus Libriform, Holzparenchym, Tracheen, Tracheïden und Markstrahlparenchym zusammengesetzt ist. Holzparenchym findet sich allerdings nur in äusserst geringer Menge, weshalb das Libriform zum Theil seine Functionen übernehmen muss, was an der Dünnwandigkeit des letzteren und seinem reichen Inhalt zu erkennen ist.

Das Libriform, welches die Grundmasse des Holzes bildet, hat einen mehr oder weniger regelmässigen, sechseckigen Querschnitt, einen mittleren Querdurchmesser von 9 $\mu$ und eine Länge von circa 380 $\mu$. Die Wandstärke der Fasern beträgt nur etwa 1,5 $\mu$, sie ist also verhältnissmässig sehr schwach und nicht stärker als bei gewöhnlichem Holzparenchym; bei stärkerer Vergrösserung lässt sich aber doch deutlich eine verholzte Mittellamelle mit Zwickeln und eine ebenfalls verholzte Verdickungsschicht erkennen. Die Wände sind mit sehr kleinen, schief gestellten, einfachen Spaltentüpfeln besetzt. Besonders bemerkenswerth ist der reiche Inhalt, der aus sehr grossen, rundlichen Stärkekörnern besteht, deren Durchmesser demjenigen der Faser gleichkommt und welche, ein Korn auf dem andern liegend, die Zellen mit Ausnahme der sich zuspitzenden Enden oft ganz ausfüllen.

In diese Grundmasse aus Libriform finden wir die einzeln stehenden Gefässe regellos oder etwas radial gruppirt eingestreut. Sie haben einen rundlichen Querschnitt und eine maximale Weite von 45 $\mu$. Ihre verholzten, ca. 3 $\mu$ dicken Wände zeigen schon am Querschnitt eine reiche Tüpfelung, bestehend aus elliptisch behöften Spalttüpfeln. Die spaltenförmige Mündung und die grosse, 3 $\mu$ messende Achse des Hofes stehen senkrecht zur Längsachse des Gefässes. Die Hoftüpfelung ist durchgehends vorhanden, findet sich also auch in Berührung mit Markstrahlparenchym. Die Querwände sind gar nicht oder doch nur wenig geneigt und einfach, rundlich perforirt, die Enden der Gefässglieder oft in eine seitliche Spitze ausgezogen. Ring- oder schraubenförmige Wandverdickungen kommen ausser in den Primordialgefässen nicht vor. Ziemlich häufig finden sich auch behöft getüpfelte Tracheïden. Holzparenchym ist, wie schon bemerkt, nur sehr spärlich vorhanden und auf die nächste Umgebung der Gefässe beschränkt.

Die Markstrahlen (Fig. 3) sind ein- oder zweireihig, im Maximum

35 $\mu$ breit, dreireihige Strahlen gehören schon zu den Seltenheiten. Ihre Höhe beträgt im Maximum 25 Zellen = 480 $\mu$. Die einzelnen Zellen sind ziemlich gleichartig gebaut, auf dem Tangentialschnitt mehr oder weniger rundlich; auch die Kanten werden von den gleichen Elementen gebildet; Palissadenzellen kommen nicht vor. Die radiale Länge der Markstrahlelemente schwankt zwischen 15 und 30 $\mu$. Ihre dünnen Wände tragen kleine, einfache Tüpfel. Als Inhalt sind reichliche Mengen Stärke vorhanden.

Dieser vollständig normal gebildete Holztheil wird umgeben vom Cambiumring, der nach aussen nur Weichbast erzeugt. Dem Siebtheil fehlen somit verholzte, mechanisch wirksame Elemente vollständig. Da die Zellen sehr eng und oft auch noch stark in einander gepresst sind, so konnte ich keinen klaren Einblick in ihren Bau bekommen. Diesseits des Cambiums werden die Markstrahlzellen etwas weiter.

Auf den Weichbast folgt der Pericykel, der aus einem nur wenig unterbrochenen Ring verholzter Zellen von parenchymatischer Gestalt besteht, die gewöhnlich je einen grossen Einzelkrystall aus oxalsaurem Kalk enthalten. Der Ring ist in der Regel 2 bis 4 Zellen breit; hin und wieder ist er aber auch etwas mächtiger entwickelt (Fig. 3). Ausser den bereits erwähnten Elementen finden sich im Pericykel vereinzelte, kleine Gruppen von Sklerenchymfasern mit stark verdickten, verholzten Wänden. Diese sind schon von Anfang an vorhanden und bilden in ganz dünnen Zweigen die einzigen verholzten Elemente des Pericykels; erst mit fortschreitendem Dickenwachsthum, bei welchem die Sklerenchymgruppen immer weiter aus einander zu liegen kommen, wird dann auch das zwischenliegende, parenchymatische Pericykelgewebe verholzt, so dass beständig eine deutliche Abgrenzung des Centralcylinders vorhanden ist.

Ausserhalb des Pericykelringes folgt die primäre Rinde, die sich aus parenchymatischen, unverholzten, weitlumigen Zellen zusammensetzt, die reichen plasmatischen Inhalt führen und keine oder doch nur äusserst kleine Intercellularen aufweisen. In der Mitte der Rindenzone finden sich unregelmässige, grössere oder kleinere Gruppen verholzter, sklerenchymatischer Zellen, die meist eine nur unbedeutende Wanddicke aufzuweisen haben. Dieselben bilden in jungen Zweigen einen ziemlich vollständigen, verholzten Ring, ähnlich wie der Pericykel, lösen sich aber bei zunehmendem Dickenwachsthum in einzelne Gruppen auf, welche, da die benachbarten Elemente nicht wie im Pericykel nachträglich verholzt werden, in dickeren Zweigen mehr und mehr zurücktreten.

Den Schutz nach aussen übernimmt in ganz jungen Zweigen eine einschichtige, viele Drüsenhaare tragende Epidermis, welche aber bald dem Dickenwachsthum nicht mehr zu folgen vermag und durch Kork ersetzt wird, der einem dicht unter der Oberhaut entstehenden

Phellogen seinen Ursprung verdankt. Phellodermbildung findet in nur sehr beschränktem Masse statt. Der Kork besteht aus tafelförmigen, stark abgeplatteten Zellen mit dünnen, bräunlich gefärbten Wänden.

Bis jetzt war das Dickenwachsthum ein vollständig normales. Hat aber der Zweig durch die Thätigkeit dieses ersten Cambiums eine Dicke von etwa 3 *mm* erreicht, so hört dasselbe auf zu arbeiten. Es entstehen dann in der primären Rinde, und zwar dicht ausserhalb des Pericykels, neue Cambien, welche nach innen Holz, nach aussen Weichbast erzeugen. Aber auch diese kommen nach einiger Zeit wieder zur Ruhe, um anderen ihre Function zu überlassen. Das Dickenwachsthum ist somit, von einem gewissen Alter an, ein vollständig anomales und geht in der Weise vor sich, dass durch Cambien, die in der inneren Zone der primären Rinde erzeugt werden, die Bildung successiver secundärer Holzbastgruppen stattfindet. Da alle Cambien, ausser dem ersten, keine vollständigen Ringe, sondern nur grössere oder kleinere, meist sehr unregelmässig verlaufende Bruchstücke von solchen darstellen, so finden wir auf dem Astquerschnitt (Fig. 4) keine regelmässigen, concentrischen Zonen. In Fig. 2, welche einem etwa 3 *mm* dicken Zweig entnommen wurde, ist die Entstehung einer anomalen Holzbastzone schematisirt. *k* bedeutet den Kork, *pr* die primäre Rinde, *pc* den Pericykel, *s* den Siebtheil, *h* den Holztheil eines bis dahin vermittelst des Cambiums *c* normal in die Dicke gewachsenen Zweiges. Die mit dem Index 1 versehenen Buchstaben bezeichnen die entsprechenden Theile einer anomal gebildeten Gefässbündelzone.

Wie aus der Fig. 2 deutlich zu ersehen ist, entsteht in den inneren Schichten der primären Rinde *pr* ein Cambium $c_1$, welches Holz $h_1$ und Weichbast $s_1$ erzeugt; die äusseren, angrenzenden Rindenelemente verholzen und bilden einen neuen Pericykel $pc_1$. Wenn wir daher in einem älteren Aststück vom Mark gegen die Rinde hin gehen, so treffen wir ausserhalb jedes Siebtheils verholzte, dem Pericykel entsprechende Elemente, darauf unverholztes, aus der primären Rinde stammendes Parenchym — das noch innerhalb des Cambiums gelegen hatte — und erst nach diesem den Holztheil einer weiteren Gefässbündelzone. Die einzelnen Siebtheile stehen durch parenchymatische Stränge mit einander in Verbindung. Die Gefässe werden in jeder Zuwachszone zuerst spärlich ausgebildet und treten erst später häufiger auf. Wie lange die einzelnen Cambien in Thätigkeit bleiben, vermag ich nicht zu sagen, da mir über das Alter des Untersuchungsmaterials nichts bekannt ist.

Zu den Untersuchungen von KRÜGER[1]) habe ich Folgendes zu bemerken:

---

1) l. c. S 21 und 22.

Excentrisches Dickenwachsthum konnte ich auch an meinem Exemplar constatiren, doch ist dasselbe bei Weitem nicht so stark, als es KRÜGER für sein von SCHWEINFURTH auf Cap Elba, Nubia, gesammeltes Material angiebt. Allerdings lagen mir keine so alten Stücke zur Untersuchung vor, aber auch 10 *cm* dicke Stämme haben nach Mittheilungen von Herrn Prof. SCHIMPER einen rundlichen und nicht — wie bei dem Exemplar KRÜGER's — dreieckigen Querschnitt. Der von mir untersuchte Ast, welcher einen elliptischen Querschnitt zeigt, war im Maximum 2 *cm* breit, während der grösste Durchmesser bei KRÜGER's Exemplar 9 *cm* aufzuweisen hatte. Das stärkste excentrische Dickenwachsthum fand ich an etwas dünneren Aesten, während der dickste, in Fig. 4 abgebildete, das Mark im Centrum der Ellipse hat. Wie KRÜGER habe auch ich die Zuwachsringe ca. 2 *mm* breit und als blosse Theile der Kreisperipherie vorgefunden. Wenn KRÜGER, wie er in der Einleitung bemerkt, in Bezug auf die „Deutung der Gewebe“ die Eintheilung DE BARY's zu Grunde gelegt hat, so stimmen die Angaben über die „Holzfasern“ und „Faserzellen“ KRÜGER's mit meinen Befunden absolut nicht überein. Die Resultate KRÜGER's decken sich dagegen einigermassen mit den von mir gefundenen, wenn er unter „Faserzellen“ das versteht, was ich als Holzfasern bezeichnet habe. Hiermit steht aber wieder die Thatsache im Widerspruch, dass die „Faserzellen“ nach KRÜGER in Gruppen vereinigt sein sollen, während sie hier die weitaus vorherrschende Grundmasse des Holzes bilden. Wenn KRÜGER ferner schreibt, dass die „Holzfasern“ und die „Gefässe“ gleiche Tüpfelung haben, so kann er hier unter „Holzfasern“ nur die Tracheïden verstehen, da die stärkeführenden Holzfasern nur äusserst spärliche Tüpfel aufweisen, die mit denen der Gefässe nicht die geringste Aehnlichkeit besitzen. Da solche Schwankungen in der Form des Stammes und in der Zusammensetzung des Holzkörpers nicht angenommen werden können, und auch eine derartige Confusion in der Terminologie wohl ausgeschlossen ist, so dürfte KRÜGER, trotz der sonstigen Uebereinstimmung, keine *Cadaba glandulosa* Forsk. zur Untersuchung vorgelegen haben.

Der Blattstiel ist im Maximum 9 *mm* lang, ca. $^1/_2$ *mm* dick und rundlich. Das Querschnittsbild ist ganz ähnlich dem junger Zweige; wir treffen zu äusserst eine Epidermis mit stark verdickter Aussenwand und vielen Drüsenhaaren. Da die Oberhaut an jungen Zweigen, Blattstielen und Blättern denselben Bau zeigt, so soll sie erst bei der Behandlung der letzteren besprochen werden. Auf die Epidermis folgt ein der primären Rinde entsprechendes und auch beim Einmünden in den Stamm in sie übergehendes, parenchymatisches Gewebe mit reichlichem, plasmatischem Inhalt und vielen grösseren oder kleineren, oft drusenartig vereinigten Krystallen aus Calciumoxalat.

Grosse Einzelkrystalle fehlen. Hin und wieder sind auch vereinzelte, kleine Zellgruppen verholzt. Die Innenseite der Rinde ist begrenzt durch kleine Gruppen von Sklerenchymfasern, welche in einem die Gefässbündel einschliessenden Ring angeordnet sind. Sie entsprechen dem Pericykel der Zweige, mit welchem sie auch zusammenhängen. Die Gefässbündel bilden einen an der dem Zweig zugekehrten Seite etwas geöffneten Ring; die Gefässe zeigen schrauben- und ringförmige Verdickungen. Im Centrum des Blattstielquerschnittes finden wir ziemlich dickwandiges, zum Theil relativ weitlumiges, verholztes Gewebe, welches mit dem Mark des Stengels zu vergleichen ist und auch in dasselbe übergeht. Ein mit MILLON'schem Reagens behandelter Querschnitt zeigt in dem als Mark zu bezeichnenden Gewebe zwei Zellen mit rothem Inhalt — sogenannte Myrosinzellen — welche sich auf dem Längsschnitt als parenchymatisch oder schlauchförmig gestreckt erweisen. Diese eiweissreichen Zellen sind nichts Auffallendes, da sie bei Cruciferen und vielen Capparideen schon längst nachgewiesen wurden.

Die Blätter sind im Maximum 600 $\mu$ dick und isolateral. Beide Epidermen haben vollständig übereinstimmenden Bau, sie tragen eine gleiche Zahl von Spaltöffnungen und weisen gleich viel und gleich grosse Drüsenhaare auf. Die unverholzten Epidermiszellen besitzen eine 6—9 $\mu$ dicke, cutinisirte Aussenwand; sie sind in der Flächenansicht klein, von unregelmässigem Umriss. Der grösste Durchmesser einseitig gestreckter Zellen geht selten über 45 $\mu$ hinaus; die Wände sind nicht gewellt, die Lumina frei von krystallinischen Einschlüssen. In grosser Zahl treten die Drüsenhaare (Fig. 5) auf, welche bis 300 $\mu$ lang werden können. Sie sind meist vielzellreihig, wenigstens an der Basis, und besitzen eine dicke, cutinisirte Aussenwand; auch die Köpfchen können ein- oder mehrzellig sein. Hin und wieder, doch ziemlich selten, sind am Blattstiel auch Candelaberhaare anzutreffen, die aus einem ziemlich dicken, im Querschnitt vielzelligen Hauptstamm bestehen, an welchem seitlich die Drüsenhaare sitzen. Durch die Thätigkeit derselben dürfte um die Pflanze eine Atmosphäre ausgebildet werden, welche durch Verminderung der Transpiration und Absorption der Sonnenstrahlen der Pflanze von Nutzen sein könnte. Spaltöffnungen finden sich sowohl auf der Ober- als auf der Unterseite ca. 20 auf 0,14 $mm^2$ und sind ziemlich gleichmässig über die gesammte Blattfläche vertheilt. Sie haben einen rundlichen Umriss von ca. 24 $\mu$ Durchmesser. Die Spalten sind regellos gestellt und von fünf Epidermiszellen von gewöhnlichem Bau umgeben; besonders ausgebildete Nebenzellen fehlen. Oft gehen von den etwas erhöht liegenden Spaltöffnungen kreuz- oder sternförmig angeordnete Cuticularstreifen aus. Im Querschnitt weisen die Stomata äusserst einfachen Bau auf und sind durch zwei kleine, vor-

springende Hörnchen nach aussen abgegrenzt. Unter den Schliesszellen liegt die Athemhöhle, sie erreicht eine mässige Grösse und ist senkrecht zur Blattoberfläche gestreckt. Innerhalb des Mesophylls ist ebenfalls kein Unterschied zwischen Ober- und Unterseite bemerkbar (Fig. 6). Die Zellen sind senkrecht zur Blattoberfläche etwas gestreckt und zeigen besonders gegen den Blattrand hin oft stark palissadenartige Ausbildung, auch wieder eine jener Eigenthümlichkeiten xerophiler Structur. Als Inhalt finden wir eine grosse Menge vielgestaltiger Gypskrystalle. Höchst auffallend ist die grosse Zahl von Sklerenchymfasern, welche das Blattgewebe unregelmässig durchziehen, sie verlaufen stets nur zwischen den beiden Epidermen, ohne je in letztere hinein oder gar über dieselben hinaus sich zu erstrecken. Die Fasern selbst sind oft ausserordentlich stark verzweigt, sie haben eine Breite von ca. 18 $\mu$, besitzen ca. 4 $\mu$ dicke, verholzte Wände, welche zahlreiche kleine Tüpfel führen; das Lumen ist nur von Luft erfüllt. Häufig finden sich in der Nähe der Epidermis grosse sphärokrystallinische Massen aus Gyps. Der Querschnitt des Mittelnervs ist dem des Blattstiels ähnlich, doch fehlt der dem Pericykel entsprechende Ring stark verdickter Elemente, während die Myrosinzellen auch hier leicht nachzuweisen sind. Von den Angaben SOLEREDER's[1]) und VESQUE's[2]) habe ich nichts Abweichendes gefunden.

Meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. SCHIMPER, spreche ich für die Ueberlassung des Untersuchungsmaterials, sowie auch für das Interesse, welches er meiner Arbeit entgegenbrachte, an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aus.

Basel, Botanisches Institut.

## Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Photographie eines Zweiges von *Cadaba glandulosa* Forsk., ca. 1/4 natürlicher Grösse.

„ 2. Dickenwachsthum. *k* Kork, *pr* primäre Rinde, *pc* Pericykel, *s* Siebtheil, *h* Holztheil, *c* Cambium. Die mit Index 1 versehenen Buchstaben bezeichnen die entsprechenden, anomal gebildeten Gewebe. Vergr. 26.

„ 3. Aeussere Partie des Querschnittes durch einen ca. 3 *mm* dicken Zweig. Vergr. 225.

„ 4. Photographie des Dünnschliffs eines ca. 2 *cm* breiten Achsenquerschnittes.

„ 5. Drüsenhaar. Vergr. 200.

„ 6. Blattquerschnitt. Vergr. 270. *s* sphärokrystallinische Gypsmassen.

1) SOLEREDER: Anatomie der Dicotyledonen.

2) J. VESQUE: L'espèce végétale, Ann. sc. nat., sér. 6, t. 13.

## 63. Alexander Nathansohn: Zur Lehre vom Stoffaustausch.

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 9. November 1901.

Die ausserordentliche Bedeutung, die der Aufnahme anorganischer Salze durch die Pflanzen für die landwirthschaftliche Praxis zukommt, veranlasste von jeher die Botaniker, sich mit den einschlägigen Verhältnissen zu beschäftigen, und so haben uns namentlich von DE SAUSSURE an zahlreiche Untersuchungen die werthvollsten Aufschlüsse, insbesondere über das Electionsvermögen der Pflanzen gebracht. Dabei konnte aber zur Zeit jener Untersuchungen die Einsicht in die Causalität der Stoffaufnahme nur eine höchst mangelhafte sein, da die physikalischen Kenntnisse über die diosmotischen Erscheinungen noch zu lückenhaft waren, und es liegt sowohl dem sogenannten „DE SAUSSURE'schen Gesetz" als auch dessen Widerlegung durch WOLF[1]) die unrichtige Prämisse zu Grunde, dass die Menge des aufgenommenen Salzes zu dem absorbirten Wasserquantum in einer bestimmten Beziehung stehen müsse.

Wie dann namentlich durch die Arbeiten der Biologen unsere Einsicht in die Vorgänge der Diosmose eine mächtige Förderung erfahren hat, ist bekannt genug; und vielleicht sind gerade diese durch die Physiologie veranlassten Fortschritte zum Theil die Ursache davon, dass man vielfach unter den Vertretern dieser Wissenschaft der Neigung begegnet, die Erscheinungen des Stoffaustausches allzusehr vom rein physikalischen Standpunkte aus zu betrachten. Wir müssen uns fragen, ob durch eine derartige Auffassung, wie sie z. B. neuerdings auch OVERTON[2]) vertritt, indem er die diosmotischen Qualitäten der Plasmahaut durch Imprägnation mit einem Cholesterin-Lecithingemisch erklärt wissen will, den Thatsachen allseitig Rechnung getragen wird. Besondere Schwierigkeiten würden einer derartigen Anschauungsweise dann erwachsen, wenn sich zeigen liesse, dass die Permeabilität der Plasmahaut für einen bestimmten Stoff keine constante Eigenschaft, sondern je nach Umständen veränderlich ist. „Manche Erfahrungen sprechen in der That dafür, dass in der Pflanze vielfach mit Modificationen der diosmotischen Qualität operirt wird, doch lassen sich freilich ganz einwandsfreie Beweise zur Zeit nicht beibringen[3])." Namentlich muss die Erscheinung auffallen, dass

1) WOLF, Landwirthschaftliche Versuchsstationen. Bd. VII (1865).

2) OVERTON, Jahrbücher für wissenschaftl. Botanik, Bd. 34 (1900).

3) PFEFFER, Pflanzenphysiologie I (2. Aufl. 1897), S. 87.

Salze, deren Eindringen in das Protoplasma wir aus ernährungsphysiologischen Gründen mit Sicherheit annehmen müssen, bei plasmolytischen Versuchen das entgegengesetzte Verhalten zeigen.

Zur Entscheidung dieser Frage habe ich eine Anzahl von Versuchen an Meeresalgen angestellt, über deren hauptsächlichste Ergebnisse ich hier in aller Kürze berichten will, da sich ihre ausführliche Mittheilung aus äusseren Rücksichten ein Wenig verzögern wird.

Mein Hauptobject war *Codium tomentosum*. Zunächst konnte festgestellt werden, dass die Plasmahaut unter normalen Bedingungen für Chloride permeabel ist: bestimmen wir im ausgepressten Safte[1]) der Pflanze und in dem umgebenden Medium den HCl-Gehalt, so finden wir, dass die beiden Flüssigkeiten in dieser Beziehung sich im Gleichgewicht befinden. Bringen wir nun das Object in eine verdünntere Lösung, etwa in ein Gemisch von 75 pCt. Seewasser und 25 pCt. Leitungswasser, so stellt sich binnen Kurzem das neue Gleichgewicht her, und dasselbe tritt ein, wenn die Objecte wieder in gewöhnliches Seewasser zurückgebracht werden. Analoge Verhältnisse konnten bei Anwendung reiner NaCl-Lösung beobachtet werden, und so geht aus diesen Versuchen hervor, dass unter den beobachteten Bedingungen die Plasmahaut für Chloride, speciell für NaCl in beiden Richtungen permeabel ist.

Wir können aber mit Leichtigkeit eine durchgreifende Aenderung in diesen Permeabilitätsverhältnissen herbeiführen, nämlich, indem wir die Objecte aus dem Seewasser in chloridfreie Lösungen übertragen. Die Ergebnisse dieser Versuche lassen sich kurz folgendermassen zusammenfassen:

Versetzen wir die Versuchspflanze in chloridfreie Lösungen gewisser Stoffe, die dem Seewasser annähernd isotonisch oder hypotonisch sind, so tritt innerhalb der ersten 12—24 Stunden ein gewisser Theil der in dem Zellsafte enthaltenen Chloride aus. Sodann bleibt aber während der folgenden 4—7 Tage (bei täglichem Wechsel der Lösung), so lange die Objecte ihre volle Turgescenz bewahren, der Chloridgehalt der Objecte innerhalb der Fehlergrenzen constant. Die Höhe des Chloridgehaltes fällt je nach den Umständen sehr verschieden aus: Sie ist abhängig einmal von der Zusammensetzung der Lösung, dann von ihrer Concentration: in concentrirteren Lösungen einer Substanz wird mehr Chlorid zurückgehalten, als in verdünnteren Lösungen derselben. Die in der Aussenflüssigkeit gelösten Stoffe dringen in die Zellen ein, jedoch kommt es auch hier nicht zur Herstellung des physikalischen Gleichgewichtes. Die im Innern der

1) Näheres über dieses Verfahren, dessen sich schon de Vries [Jahrbücher f. wiss. Botanik Bd. 14 (1884)] bediente und über die angewandten analytischen Methoden soll später berichtet werden.

Zelle erreichte Concentration bleibt unterhalb derjenigen der Aussenflüssigkeit, und ihre Höhe ist gleichfalls von der Concentration des Aussenmediums abhängig.

Einige Belege mögen hier das Gesagte illustriren.

Der Chloridgehalt der Objecte entspricht gewöhnlich einem Gehalte von 2,25 pCt. HCl. Die meisten Versuche wurden mit $NaNO_3$-Lösungen angestellt, deren Gehalt sich zwischen 3 pCt. und 5,5 pCt. bewegte. Die letztere Lösung ist dem Meerwasser annähernd isotonisch. Der Chloridgehalt der Objecte in der 3procentigen Lösung entspricht im Durchschnitt 0,67 pCt. HCl, in der 5,5procentigen 1,2 pCt. HCl. Die Zahlen sind Mittelwerthe, die einzelnen Versuchsreihen weichen natürlich unter sich etwas ab, doch bleibt das Verhältniss des HCl-Gehaltes in den Lösungen verschiedener Concentration ungefähr das gleiche. Der gleichfalls sich constant erhaltende Salpetergehalt der Objecte aus 5,5 pCt. $NaNO_3$-Lösungen beträgt etwa 1,6 pCt. $NaNO_3$, aus 3 pCt. Lösungen 0,95 pCt. $NaNO_3$.

Ich will noch der Versuche, die mit Harnstoff-, Glycerin- und Traubenzuckerlösungen angestellt wurden, kurz gedenken. In Harnstofflösung von 6,5 pCt. (dem Meerwasser annähernd isotonisch) werden 0,64 pCt. HCl zurückgehalten, in Glycerinlösung von gleicher molecularer Concentration 1,0 pCt. HCl, in Traubenzuckerlösung von 16,5 pCt., deren osmotischer Druck etwa 80 pCt. desjenigen gewöhnlichen Seewassers gleichkommt, finden wir 1,45 pCt. HCl im Presssafte der Algen bei Abwesenheit von Chlorid in der Aussenflüssigkeit. Nun geht schon aus den Untersuchungen von DE VRIES, KLEBS und OVERTON[1]) hervor, dass die beiden erstgenannten Körper relativ leicht in die Pflanzenzelle eindringen, Traubenzucker dagegen sehr schwer. Es erhebt sich die Frage, ob zwischen diesem Unterschiede und demjenigen, der sich in Bezug auf die in chloridfreien Lösungen zurückgehaltenen HCl-Mengen ergiebt, ein Zusammenhang zu erkennen ist: in den Lösungen der leichter eindringenden Stoffe hält ja die Pflanze weniger, in der Traubenzuckerlösung mehr Chlorid in den Zellen zurück, als z. B. in den Salpeterlösungen von entsprechendem osmotischen Druck. Wenn nun in unseren Versuchen der in der Aussenlösung dargebotene Stoff langsamer in die Zelle eindringt als das im Innern enthaltene Chlorid austritt, so wird das nothwendiger Weise eine Senkung des Turgors, eine Abnahme des osmotischen Ueberdrucks im Innern der Zelle zur Folge haben. Diese Verhältnisse treten nun ein, wenn man das Object aus 3proc. NaCl-Lösung in eine isotonische Traubenzuckerlösung bringt: die in der

1) Vergl. KLEBS, Unters. aus dem Bot. Institut zu Tübingen, Bd. 2 (1888). DE VRIES, Bot. Ztg. 1888 u. 1889; OVERTON, Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrg. 44 (1899), S. 105f.

ersten Stunde nachweisbare beträchtliche Gewichtsabnahme des Objectes (z. B. von 20,4 *g* auf 19 *g*) zeugt von dem durch die Senkung des osmotischen Druckes in der Zelle veranlassten Wasseraustritt. Es leuchtet ein, dass es nun für die Regulation des Turgors von grosser Bedeutung ist, wenn durch die Hemmung des Chloridaustrittes ein weiterer Wasserverlust verhütet wird, und wir dürfen wohl den relativ hohen HCl-Werth, den wir in den Zellen der in Traubenzuckerlösung übertragenen Objecte finden, mit der Turgorregulation in Zusammenhang bringen. Freilich kann dies nicht der einzige für die Zurückhaltung der Chloride massgebende Punkt sein, denn in den Harnstoff- und Glycerinlösungen, in denen ein solcher Turgorabfall nicht stattfindet, wird ja, wie wir sahen, ebenfalls ein Theil der Chloride von dem Protoplasten zurückgehalten.

Wenn, wie z. B. in 4 procentigen $NaNO_3$-Lösungen, die längere Cultur der Versuchsobjecte gelingt, so lässt sich nach einiger Zeit eine ganz langsame Abnahme des HCl-Gehaltes beobachten. So fand sich bei einem derartigen Object

| | |
|---|---|
| als ursprünglicher Gehalt . . . . . . . . . . . | 2,24 pCt. HCl |
| nach 24 Stunden in 4 proc. $NaNO_3$-Lösung . . . | 0,92 „ „ |
| „ 3 Tagen „ „ . . . | 0,93 „ „ |
| „ 8 „ „ „ . . . | 0,90 „ „ |
| „ 15 „ „ „ . . . | 0,84 „ „ |
| „ 25 „ „ „ . . . | 0,76 „ „ |

Es braucht wohl kaum gesagt zu werden, dass sich diese ganz allmähliche Abnahme nicht durch die mit sinkender Concentrationsdifferenz sich verringernde Diffusionsgeschwindigkeit erklärt werden kann. Worauf beruhen nun die beobachteten Erscheinungen?

Sie können nicht etwa dadurch erklärt werden, dass die Versuchsobjecte von vornherein das Chlorid zu einem gewissen Theil in nicht diosmirender Form enthalten; denn dann könnten die grossen Verschiedenheiten in der Quantität des zurückbleibenden Chlorides nicht bestehen; zudem lässt sich aus dem Presssaft der Versuchsobjecte NaCl in beträchtlicher Menge durch Auskrystallisation erhalten, und für dieses Salz konnten wir ja zeigen, dass es im normalen Object die Plasmahaut zu passiren vermag.

Man könnte aber sagen, dass die zurückbehaltene Chloridmenge nicht im Zellsaft gelöst sei, sondern in irgend welcher Weise — physikalisch oder chemisch — an das Protoplasma gebunden, und dass es erst beim Auspressen des Saftes als Chlorid in Lösung ginge. Das lässt sich aber durch Messung des osmotischen Druckes des Presssaftes widerlegen. Denn der osmotische Werth des Zellsaftes muss nothwendiger Weise höher sein, als derjenige der Aussenlösung; dazu würde, wäre die obige Auffassung richtig, noch der osmotische Werth des sich abspaltenden Chlorides kommen müssen, und es ist

somit leicht einzusehen, wieso wir aus dem osmotischen Druck des Presssaftes ein Kriterium zur Entscheidung unserer Frage gewinnen können. Die Messungen wurden mit der in der thierischen Physiologie vielfach angewandten Gefrierpunktsmethode gemacht. Der osmotische Druck des Meerwassers entspricht hier gewöhnlich einer Gefrierpunktserniedrigung von 2,10° bis 2,15°, der osmotische Ueberdruck des Zellsaftes normaler Objecte einer solchen von 0,19° bis 0,20°; haben wir nun ein Object vor uns, welches 1,0 pCt. zurückgehalten hat, so würde — obige Annahme vorausgesetzt — das in Lösung gehende Chlorid (als NaCl berechnet) den Gefrierpunkt des Presssaftes um weitere 0,81° erniedrigen müssen, so dass wir, unter Hinzurechnung des osmotischen Ueberdruckes, den Gefrierpunkt dieser Flüssigkeit um etwa 1° niedriger finden müssten, als den des Aussenmediums. Das ist nun niemals der Fall. So ergab z. B. ein Object aus Glycerinlösung, mit dem Gefrierpunkt von 2,27° C., einen Presssaft mit 1,02 pCt. HCl und dem Gefrierpunkt 2,49°. Die Differenz betrug hier 0,22°, was, wie wir sehen, mit dem osmotischen Ueberdruck der normalen Objecte gut übereinstimmt. Auch über diesen Punkt soll die ausführliche Abhandlung Weiteres bringen. Wir können demnach sagen, dass die Ursache der Zurückhaltung einer gewissen Chloridmenge in einer Qualitätsänderung des Protoplasten zu suchen ist, und eine andere Erklärung liess ja das Verhalten gegenüber den eindringenden Substanzen gar nicht zu. Ob wir nun von Impermeabilität oder, wie es im Hinblick auf die Erfahrungen bei fortgesetzter Cultur richtiger erscheinen möchte, von wesentlicher Herabsetzung der Permeabilität reden wollen, darauf kommt es nicht viel an, die Hauptsache ist für uns, dass sich die diosmotischen Eigenschaften der Plasmahaut als eine regulatorisch veränderliche Grösse erwiesen haben.

Ueber weitere Versuche mit anderen Salzen, insbesondere über die Aufnahme und Speicherung von Salpeter, soll später berichtet werden; ich hoffe, daran fernere theoretische Erörterungen und Ausblicke auf die thierische Physiologie, deren Ergebnisse für uns in dieser Hinsicht sehr lehrreich sind, zu knüpfen.

# 64. C. Steinbrinck: Zum Bewegungsmechanismus des Compositenpappus.

Eingegangen am 25. November 1901.

Vor Kurzem ist eine Würzburger Dissertation über die Bewegungsursachen des Compositenpappus von ARNOLD HIRSCH erschienen, die gegen KAMERLING's und meine Auffassung polemisirt, dass diesem (abgesehen von einigen Ausnahmen) ein Cohäsionsmechanismus zukomme. Ich hoffe, dass diese und verwandte Fragen von anderer Seite eine Nachprüfung erfahren werden, die den Sachverhalt in ausführlicher, von Abbildungen unterstützter Darstellung klarlegt. Hier möchte ich nur kurz auf einen Punkt der Controverse eingehen, der allerdings für sich allein schon ausschlaggebend sein dürfte.

Ich habe nämlich behauptet[1]), dass die activen Zellen der fraglichen Bewegungspolster beim Wasserverlust eine ausserordentlich starke Faltung erfahren, die während des trockenen Zustandes andauert; HIRSCH erklärt: „Im Gegentheil, die Zellwände erscheinen nach dem Austrocknen straff und ohne jegliche Faltenbildung" (S. 36). Nach S. 33 soll dies „besonders klar an Radialschnitten durch das Polstergewebe von *Tragopogon pratensis* zu Tage treten" Wie ist es nun möglich, dass zwei Mikroskopiker so diametral entgegengesetzte Behauptungen aufstellen?

Ich glaube, diesen Zwiespalt aufklären zu können. Nach den bisherigen Erfahrungen scheint es mir aber hierzu unerlässlich zu sein, einen einfachen Vergleich voraus zu schicken. Man denke sich bei einer offenen cylindrischen Blechröhre die Wandung derart verbogen, dass sie in mehreren der Achse parallelen Längsfalten in den inneren Hohlraum, ihn verengend, einspringt, und denke dann die Röhre in dünne Längsschnitte zersägt. Augenscheinlich vermögen uns diese Schnitte von der Faltung keine Vorstellung zu geben. Sie zeigen ja lediglich parallel zu einander streichende „straffe Wände ohne jegliche Faltenbildung". Selbst wenn das Lumen durch die einspringenden Wülste stark eingeengt war, kann der Schnitt oft Faltenränder treffen, die ziemlich weit aus einander liegen und daher nur ein schwach verengtes Lumen vortäuschen. Erst ein Querschnitt giebt über die wirkliche Faltenbildung Aufschluss.

Die trockenen Bewegungszellen des *Tragopogon*-Pappus sind nun

1) Diese Ber. Bd. XVII, 1899, S. 172.

solchen gestreckten Röhren, die starke Längsfalten aufweisen, vergleichbar. Und zwar werden sie auf den Radialschnitten, auf die sich HIRSCH bezieht, ebenfalls längs durchschnitten, scheinen also faltenlos. HIRSCH mag sein Urtheil nur aus solchen Schnitten gewonnen haben. Hätte er auch Tangential- und namentlich Querschnitte gebührend untersucht, so würde er durch das krause Gewirr der verbogenen Wände, das diese bieten, geradezu überrascht gewesen sein und mit mir jeden Zweifel an der Zugehörigkeit des Compositenpappus zu den Cohäsionsmechanismen für ausgeschlossen erachten. — Uebrigens hätten ihn bei anderen Compositen-Gattungen auch Radialschnitte hierüber belehren können.

## 65. H. Lindemuth: Das Verhalten durch Copulation verbundener Pflanzenarten.

Mit Tafel XXX.

Eingegangen am 25. November 1901.

### 1. Beobachtungen an Kartoffelstecklingen.

#### a) Frühstecklinge.

Bevor ich über die Bildung von Knollen und Stolonen an den Sprossen gepfropfter Kartoffelstöcke spreche, möchte ich einige Beobachtungen an Kartoffelstecklingen mittheilen.

Im Mai steckte ich eine Anzahl wurzelloser Kartoffelsprosse einzeln in Blumentöpfe. Sie standen im Garten und entwickelten sich den Sommer hindurch ungehindert. Im October untersuchte ich den Inhalt der Töpfe. Jeder Spross befand sich nur mit einer Knospe in der Erde; diese gehörte, da ich nur die oberen Theile der Kartoffelreiser verwendet hatte, der Laubknospenregion an. Aus dieser Laubknospe ist unterirdisch ein Trieb entstanden, zunächst horizontal gewachsen, sodann mit der Spitze aufwärts an das Licht gestiegen. In der Erde, bis zur Biegungsstelle, finden sich an diesem Triebe eine Anzahl Kartoffeln und Stolonen. — Man kann die Pflanze verstehen. Es war noch früh im Jahre, als ich den Spross steckte. Die eine Knospe hätte ja, ihrer ursprünglichen Bestimmung gemäss, sofort aus dem Boden als Laubspross emporsteigen, oder sie hätte, wie an den nachstehend besprochenen Spätsteck-

lingen, in der Erde unmittelbar zur Knolle werden können. — Aber fern ist noch der Winter. Die Pflanze hat noch eine lange Vegetationszeit vor sich und mit einer einzigen Knolle jetzt schon abzuschliessen keinen Anlass. Die assimilirende Thätigkeit des Stecklingsprosses reicht einstweilen aus. Nachdem aber eine Anzahl von Knollen und Stolonen entstanden sind, will der Stock sich ausdehnen, seine Laubmenge vergrössern, er sucht sich durch aufsteigende Triebe eine umfangreichere Blattfläche zu schaffen und den Knollenertrag zu vermehren, denn er kann nicht stillstehen, und der Winter ist noch fern. Fig. 1 zeigt die besprochene Pflanze. Ich meine, sie handle zweckmässig.

## 2. Weitere Beobachtungen an Kartoffelstecklingen.

### b) Spätstecklinge.

Am 4. August steckte ich eine Anzahl Sprosse einer dunkelblauen, kaum mittelgrossen, länglichen Kartoffelsorte mit dunkelviolett gefärbtem Fleische, die unter dem Namen „Zulu“ bekannt ist, in Töpfe, in der Weise, dass nur eine Knospe von der Erde des Topfes umgeben wurde — ganz wie die vorher beschriebenen Frühstecklinge — stellte sie in ein Gewächshaus und liess sie hier stehen bis in den October.

Die Untersuchung bot mir eine grosse Ueberraschung. Aus den Töpfen herausgenommen, fand sich in jedem Topfe eine, ohne Tragfaden am Spross fest ansitzende Knolle, die aus der einzigen Knospe, welche beim Stecken des Sprosses von Erde umgeben wurde, unmittelbar entstanden war. Es waren sieben Töpfe vorhanden. Alle Knollen waren schräg aufwärts gerichtet, hatten also die Richtung der Laubknospen beibehalten, aus denen sie unmittelbar geworden waren. Alle Knollen, die an ihren zwar vergilbten, aber noch festen Trieben hafteten, zeigten in jeder Hinsicht eine vollkommene Uebereinstimmung. Die abgebildete Pflanze hat eine Höhe von 30 *cm* erreicht. — Alle sieben Pflanzen, von Erde befreit und neben einander gelegt, erschienen vollkommen uniform.

Zweckmässig handelt auch dieser Spätsteckling! Er hat keine Zeit zu verlieren, der Winter ist im Anzuge. Schnell rafft die Pflanze ihre Reservestoffe zusammen, bildet und baut eine einzige, wohlabgeschlossene, sitzende Knolle, unmittelbar aus der einen Laubknospe, die der Spross in der Erde besitzt! — Fig. 2 stellt einen der sieben Spätstecklinge dar.

## 3. Knollen an oberirdischen Pflanzentheilen.

Auf dem Tische vor mir liegt ein Büschel Kraut von *Oxalis crassicaulis* Zucc., welches ich am 3. November, schon etwas vom Froste

berührt, abriss und in mein Arbeitszimmer auf einen Tisch legte. Die äussersten Spitzen der Stengel und die Blätter sind trocken geworden, die übrigen Theile zeigen sich noch saftreich und frisch und haben sich mit zahlreichen, bis erbsengrossen Knöllchen bedeckt. Ungefähr acht Tage bedarf das Kraut, um kleine, etwa hanfkorngrosse Knöllchen hervorzubringen. Auf den ersten Blick könnte man wohl den Verlust der Wurzeln als Ursache der Knöllchenbildung ansehen. Das Kraut würde — und insofern ist diese Annahme richtig — keine Knöllchen gebildet haben, wenn ich dasselbe nicht ausser Zusammenhang mit der Wurzel gebracht hätte. — Auch am Kraute der Kartoffel kommen zuweilen Knöllchen vor. Abgetrennte Zweige und Blätter sind aber minder saftreich, widerstandsfähig, zäh und langlebig, als das Kraut von *Oxalis crassicaulis* und verwelkten viel früher, als es zur Bildung von Knöllchen kommen konnte. Vielleicht würde Kartoffelkraut, in Wasser gesetzt, zur Bildung von Knöllchen gebracht werden können.

Wenn man am unteren Theile eines Kartoffelkeimes alle Vegetationspunkte zerstört, so dass in der Erde Knollen nicht entstehen können, so werden und müssen oberirdisch Knöllchen gebildet werden. Dasselbe geschieht, wenn ein Kartoffelzweig als Steckling, zum Zwecke der Bewurzelung, nur mit einem knospenlosen, nackten Internodium in den Boden gesteckt wird. Auch hier fehlen in der Erde Vegetationspunkte, aus denen Knospen bezw. Knollen entstehen können, und ebenso an Reisern, die auf bewurzelte, verwandte Arten vermittelst Pfropfung aufgesetzt werden. — Die Wurzel kann wohl die Pflanze am Leben erhalten, nicht aber kann der Verlust der Wurzel, sondern ausschliesslich das Fehlen von Knospen bezw. Knollen in der Erde unmittelbar Anstoss geben zur Entstehung von Luftknöllchen, mag die Bildung der Erdknollen aus den verschiedensten Ursachen unterbleiben, oder mögen die schon vorhandenen Knollen auf die verschiedenartigste Weise zerstört, vielleicht aufgefressen werden, verfault oder sonstwie verloren gegangen sein. — An Stecklingen, nach der beschriebenen Art behandelt, entstehen stets, mit voller Gewissheit, ausnahmslos, in Achseln von Blättern die erwähnten Luftknöllchen. — Nach meinen Beobachtungen scheinen sich die hier in Betracht kommenden Stecklinge leichter und schneller als andere zu bewurzeln. Dass sie später absterben bezw. einziehen, als diejenigen, welche mit Knospen in die Erde gebracht wurden und in der Erde Knollen zu bilden Gelegenheit hatten, habe ich oft beobachtet.

### 4. Oberirdische Stolonen an Kartoffelsprossen, welche auf Datura Stramonium copulirt waren.

Manche Solanaceenarten lassen sich durch Uebertragung von Reisern der Kartoffel mit dieser nicht fest und dauernd verbinden,

andere dagegen verwachsen in fast allen Fällen leicht, schnell und innig. Sehr gut verwächst die Kartoffel mit *Datura Stramonium*, sowohl als Unterlage, als auch als Edelreis. — Am 2. Juni 1896 (Vers. 66) veredelte ich u. a. eine *Datura Stramonium* mit einer Kartoffel der Sorte Seed durch Copulation. Am 13. Juni zeigten sich beide Theile so fest verwachsen, dass der Verband gelöst werden konnte. Am 20. Juni wurde die Pflanze in's freie Land versetzt.

Am 29. August desselben Jahres machte ich mir über die in Rede stehende Pflanze folgende Notiz: „Am unteren Theile des Edelreises, sowie an den unteren Theilen aller Nebensprosse zeigen sich, zunächst fast genau in horizontaler Richtung sich verlängernd, lange, fadenförmige Triebe, die erst nach längerer Zeit mit der Spitze aufsteigen. Die ganze Pflanze ist 90 *cm* hoch. — Also nach längerer Zeit stiegen die Luftstolonen mit ihren Spitzen empor, wahrscheinlich um zu Laubsprossen zu werden, weil bei warmem Wetter und reichlicher Ernährung durch die Unterlage noch kein Anstoss zum Einziehen und zur Knollenbildung gegeben wurde.

Ich besass in dem genannten Jahre noch mehrere ähnliche Stöcke. Sie hatten ein apartes, auffallendes Ansehen, die kräftigen Kartoffelbüsche, aus denen, zwischen normalen Zweigen und Blättern, die zahlreichen, wagerechten, dünnen, blattlosen, aus den Stolonenknospen entstandenen Zweige hervorsahen, als ob sie mit langen, grünen Stricknadeln gespickt wären. — Ich empfinde es als einen Mangel, dass ich meinen heutigen Mittheilungen einen solchen Stock nicht in Abbildung beifügen kann. — Meine späteren, nach Hunderten zählenden Versuche hatten meist die Beantwortung anderer Fragen zum Ziele. — Stöcke der beschriebenen Art habe ich nicht wieder erzogen; solche können aber in jedem Jahre leicht von Neuem gewonnen werden.

Die unteren Knospen am oberirdischen Kartoffelspross bilden zu diesem einen grösseren Winkel als die oberen. Die unteren sind von vorn herein zu Stolonen bestimmt und angelegt, die oberen zu beblätterten Laubtrieben. Die unteren kommen bei normaler Vegetation und normalem Anbau der Kartoffel am oberirdischen Stocke nicht zur Entwickelung; sie verbleiben in ruhendem Zustande und gehen im Herbste mit dem Kraute als Knospen zu Grunde.

Es wirft sich nun die Frage auf: „Warum kommen an aufgepfropften Kartoffelstöcken die Stolonen oberirdisch zur Entwickelung, während sie an ungepfropften, auf ihren eigenen Wurzeln stehenden Individuen, selbst bei üppigstem Wachsthum, niemals hervortreten?"

In der kräftigen Entwickelung, beliebigen Verlängerung und reichen Verzweigung der aus den Laubsprossknospen entstehenden Triebe hat die Pflanze Mittel genug, um im reichsten Masse ihrem Vegetationsbedürfniss zu genügen und die umfangreichste, assimi-

lirende Blattfläche zu schaffen. Das Austreiben der oberirdischen Stolonenknospen kann also unmöglich den Zweck haben, die Laubmenge zu vermehren. Wäre dies der Fall, so würden die, obgleich Stolonenknospen entspringenden Triebe sehr bald Laubsprossnatur annehmen. Hierzu ist aber nicht der geringste Anlass vorhanden, auch können die dünnen, unbeblätterten Stolonen nur wenig zur Lebensarbeit des Stockes beitragen. — Nicht das Bedürfniss des Kartoffelreises, auf kräftig vegetirenden Unterlagen üppig zu wachsen, die Laubmenge zu vermehren, kann es mithin sein, welches die Stolonen am oberirdischen Theile des Stockes entstehen lässt, sondern nur der Trieb der Selbsterhaltung, das Bestreben, sich fortzupflanzen durch vegetative Organe, durch Knollen.

Woher aber und wodurch empfängt die Pflanze hierzu den Anstoss? Es müssen in ihr wohl Elemente leben, die nach den Stolonenknospen hindrängen und sich hier bethätigen.

An jenen nadelförmigen Trieben kam es nicht zur Bildung von Knollen, es kam nicht zum „Einziehen", zum Absterben des Krautes. Die aufsitzende Kartoffelpflanze wurde durch die reiche Nahrungszufuhr aus der Unterlage über die Nothwendigkeit, Knollen zu bilden, hinweggetäuscht, sie fühlte nicht das Nahen des Winters, nicht ihren nahe bevorstehenden, unvermeidlichen Tod.

### 5. Knöllchen und Stolonen an kümmerlich wachsenden, auf Solanum Pseudocapsicum und Capsicum annuum copulirten Kartoffelsprossen.

Anders verhalten sich Kartoffelreiser, die auf ihnen wenig passenden Unterlagen nur kümmerlich vegetiren. Sie haben nichts zu verschwenden, keine Zeit zu verlieren und verstehen mit Wenigem vortrefflich Haus zu halten. Sie fühlen die Nähe des Todes und beginnen daher bald die spärlich in dem kränklichen Reise vorhandenen Reservestoffe zu sammeln, zur Bildung vegetativer Fortpflanzungsorgane in Form von Luftknöllchen zu verwenden. Je kraftloser das Edelreis, je kürzer die ihm noch vergönnte Lebensfrist, je näher der Winter, desto kürzer der das Knöllchen tragende Spross. Vielfach sind erstere sitzend.

*Solanum Pseudocapsicum* und *Capsicum* sind schlechte Unterlagen für *Solanum tuberosum*. Das erkannte ich bald, habe dieselben aber trotzdem vielfach angewendet, um Kartoffelreiser auch in dieser Verbindung, bei kümmerlicher Vegetation zu beobachten.

Drei Beispiele einer Copulation von *Solanum Pseudocapsicum* und *Capsicum annuum* mit Kartoffelreisern führe ich hier an.

Vers. 1 (211. 1896). Der obere Theil eines Kartoffelsprosses der Sorte „*Magnum bonum*" wurde am 3. Juli mit *Capsicum annuum* copulirt. Am 16. Juli wurde der Verband gelöst; das Reis erwies

sich festsitzend. Am. 28. Juli versetzte ich die Pflanze in das freie Land. Am 5. September wieder eingepflanzt und in ein Gewächshaus gestellt, zeichnete ich die Fig. 3, am 9. September ej. a. Den 26. October machte ich diese Notiz: Edelreis abgestorben, ein erbsengrosses, sitzendes Knöllchen gesammelt, das kleinere nicht mehr vorhanden. Das Edelreis hat einen kaum merklichen Zuwachs erfahren.

Vers. 2 (5. 1896). Ein Spross der Kartoffelsorte „Welkersdorfer" wurde am 2. Mai auf *Solanum Pseudocapsicum* copulirt. Am 10. Mai löste ich den Verband und versetzte die Pflanze in's freie Land. — Notiz vom 5. September ej. a.: Pflanze wieder in einen Topf gesetzt und in ein Gewächshaus gestellt. Edelreis an der Spitze abgestorben, fast ohne Zuwachs, blattlos, zwei bohnengrosse und ein kleineres Knöllchen haben sich oberirdisch gebildet. — Den 26. October: Edelreis abgestorben, zwei Knöllchen gesammelt. Fig. 4.

Vers. 3 (39. 1896). Der untere Theil eines Kartoffelsprosses der Sorte *Magnum bonum* wurde am 13. Mai auf *Solanum Pseudocapsicum* copulirt. Am 21. Mai löste ich den Verband und am 4. Juni versetzte ich die Pflanze in das freie Land. Am 5. September habe ich sie in einen Topf gepflanzt und am 6. September gezeichnet. S. Fig. 5. Den 26. October war das Edelreis vollkommen abgestorben; es trug zwei Luftknöllchen.

Die vorerwähnten Versuchspflanzen geben Anlass zu einem Vergleich.

Das schwächste Kartoffelreis (Fig. 3) auf *Capsicum* hatte seine spärlichen Reservestoffe zur Bildung eines einzigen, nur erbsengrossen, sitzenden Knöllchens verwendet. Immerhin war dieses gross genug, um, bei zweckmässiger Aufbewahrung, den Winter zu überdauern und im Frühling einem jungen Kartoffelstocke das Leben zu geben. — Versuchspflanze Fig. 4, mit etwas kräftigerem Kartoffelreise auf *Solanum Pseudocapsicum* wachsend, hat zwei grössere, etwa bohnengrosse, ebenfalls sitzende Luftknöllchen gebildet. — Die Stolonenbildung ist in beiden Fällen bei einem schwächlichen Versuche geblieben.

Besser ist das Edelreis der Versuchspflanze Fig. 5 gediehen; es ist 19 *cm* lang geworden und hat, da es im Augenblick des Aufpfropfens 9 *cm* lang war, einen Längenzuwachs von 10 *cm* erhalten. Das Edelreis, ohne Endknospe, trug zwei Seitenknospen. Die untere hat einen kurzen Stolo gebildet, der an der Spitze zu einer beblätterten, knollenartigen Verdickung sich entwickelt hat; die obere wuchs in verticaler Richtung zu einem Laubspross aus und bildet die directe Verlängerung der senkrechten Achse, des Stammes. Auch an diesem neu entstandenen Spross gingen aus den unteren Knospen horizontal gerichtete Stolonen hervor; am oberen Theile

kam es im Laufe der Vegetationsperiode nicht mehr zum Austreiben der Knospen, die, nach allen Erfahrungen zu schliessen, Laubsprosse würden ergeben haben. — Man hätte von vorn herein glauben mögen, dass dieses kräftigere, verlängerte, an Baustoffen reichere Edelreis mehr und grössere Luftknöllchen bilden würde, als die schwachen Edelreiser der Fig. 3 und 4. Das Gegentheil trat ein. Nur der unterste, horizontale Hauptstolo hat an der Spitze die erwähnte, beblätterte Verdickung gebildet, die als eine Knolle kaum angesehen werden kann.

Es zeigen sich aber an Fig. 5 noch andersartige Triebe, die in den vorstehenden Ausführungen noch keine Erwähnung fanden. Aus den Hauptstolonen gehen, fast senkrecht abwärts wachsend, den Boden suchend, zahlreiche Nebenstolonen hervor. Die auf der Oberseite der Hauptstolonen hervorbrechenden Nebenstolonen richten sich sofort mittelst einer kurzen Krümmung abwärts. Zur Bildung von Luftknollen lässt sich im vorliegenden Falle die Pflanze noch Zeit; erst in der höchsten Noth bildet sie solche aus den Resten ihrer Reservestoffe. Sie hatte noch Kraft genug zu einem Versuche, mit den abwärts wachsenden Nebenstolonen in die Erde zu gelangen, um wieder selbstständig zu werden, eigene Wurzeln zu entwickeln, sich auf eigene Füsse zu stellen, aus dieser unpassenden Verbindung sich zu lösen, welche die vegetative Fortpflanzung hindert, den Haushalt stört und irreführt.

Die verschiedenartigen Gebilde am Kartoffelkraute der drei Versuchspflanzen, sowie der vorher besprochenen copulirten Daturen, sind also bedingt, werden hervorgerufen und modificirt durch den Kräftezustand des Kartoffelstockes, durch das Mass der Nährstoffzufuhr, bezw. die Ernährung durch die Unterlage, durch die gute oder schlechte Verwachsung und die Nähe des Herbstes oder Winters, — des Todes. —

Der Kartoffelstock verwendet die ihm zu Gebote stehenden Baustoffe haushälterisch in zweckentsprechender Weise. Die verschiedenen Organe entstehen nach Bedarf, ändern nach innerer Nothwendigkeit ihre äussere Gestalt, sowie die ihnen ursprünglich zugewiesenen Functionen. Es können oberirdisch Stolonen und Knöllchen gebildet werden, letztere sitzend, an kurzen dicken oder langen dünnen Trägern. Bei Bedarf an Laub bedecken sich sogar die Knöllchen mit Blättern. Oberirdische Stolonen wachsen aufwärts, um als Laubsprosse zu dienen und zu nützen, andere richten sich senkrecht abwärts, um in die Erde zu gelangen und neue, selbstständige Kartoffelstöcke erstehen zu lassen, je nach Bedürfniss, wie es im gegebenen Falle der Pflanze nützt und frommt.

Oefter fand ich in Kästen meines Samenschrankes, in denen Kartoffeln liegen geblieben waren, im Herbste eine grössere Anzahl,

aber kleinere Knollen, als ursprünglich darin gelegen hatten. Dieselben waren, ohne Mitwirkung von Wurzeln und Blättern, unmittelbar aus den alten Knollen hervorgegangen. Der Vollständigkeit wegen erwähne ich auch diese bekannte Erscheinung.

### 6. Wurzelbildung an Pfropfreisern, als Mittel, ihre Selbstständigkeit zu gewinnen.

Ihre Selbstständigkeit und Unabhängigkeit suchen viele Edelreiser — selbst solche, die, als Stecklinge fortgepflanzt, sich nicht allzu leicht bewurzeln — auch dadurch zu gewinnen, dass sie an der Basis, oft büschel- und pinselförmig, Wurzeln hervorbringen. Im Freien wird diese Wurzelbildung durch die bewegte, trockene Luft erschwert, meist ganz verhindert, sie tritt aber nach wenigen Tagen ein, wenn man die Pflanze in ein Gewächshaus stellt.

Ich benutze diese Wurzelbildung gern, um Edelreiser, welche durch den Einfluss der Unterlage eine Veränderung erfahren haben, selbstständig zu machen. Man braucht nur das Edelreis an der Verbindungsfläche von der Unterlage zu trennen, in ein Töpfchen mit sandiger Erde zu pflanzen und in abgeschlossene Luft zu stellen. Das Reis bewurzelt sich sehr schnell, ich möchte sagen mit „Begierde“.

### 7. Vortreffliches Gedeihen mancher Arten auf anderen.

Man ist gewöhnlich geneigt, von vorn herein eine leichtere und innigere Verwachsung zwischen nahe verwandten Arten, also vor Allem zwischen den Arten einer Gattung, anzunehmen. Die Thatsache aber, dass Kartoffelreiser auf *Datura*, *Physalis* u. s. w. besser gedeihen, als auf manchen Arten der Gattung *Solanum*, dass Apfel- und Birnbaum sehr schwer verwachsen, vielleicht niemals dauernd in Gemeinschaft gedeihen können, zwischen dem Birnbaume (*Pirus communis*) und *Cydonia*, *Crataegus*, *Sorbus*, *Mespilus*, jedoch eine innige Verwachsung leicht erfolgt, zeigt uns die Haltlosigkeit jener Voraussetzung und das Vorhandensein noch anderer verwandtschaftlicher Beziehungen, als sie der Systematiker kennt. (Hierüber habe ich ausführlich gesprochen und eigene Versuche mitgetheilt in meinem Handbuche des Obstbaues auf wissenschaftlicher und praktischer Grundlage. Berlin 1883.)

Ich habe mehrfach wahrgenommen, dass einzelne Arten auf anderen, und zwar keineswegs immer den nächsten Verwandten, sich in überraschender, aussergewöhnlich üppiger Weise entwickelten. Als Beispiele führe ich an *Physalis* auf Kartoffel, *Arabis albida* auf *Brassica oleracea*, *Solanum auriculatum* auf *Solanum tuberosum*, *Solanum erythrocarpum* auf *Solanum Lycopersicum*, *Abutilon striatum* (var. *Thompsoni*) auf *Modiola* u. s. w. Durch diese und andere Beispiele

halte ich für erwiesen, dass bei passender Verbindung durch das sogenannte „Veredeln“ manche Gewächse auf fremden Unterlagen gedeihlichere Lebensbedingungen finden, als sie für das selbstständige, mit eigenen Wurzeln versehene Individuum oft örtlich vorhanden sind.

Es ist übrigens nicht immer der Fall, dass, wenn Sorte *a* auf *b* vorzüglich gedeiht, auch *b* auf *a* in gleicher Weise sich entwickelt.

## 8. Winterknospen an Althaea officinalis, auf Abutilon Thompsoni copulirt.

Ich habe vielfach Sprosse des gewöhnlichen Eibisch durch Copulation auf das bekannte *Abutilon Thompsoni* (eine gelbbuntblätterige Varietät von *Abutilon striatum*) mit gutem Erfolge übertragen. Oft erschienen an der *Althaea* durch den Einfluss des *Abutilon* gelbbunte Triebe, die aber, als Stecklinge fortgepflanzt, nur während des Sommers bunt blieben. Im folgenden Frühling gingen aus dem alten Stocke nur grünblätterige Triebe hervor. Anders verhielten sich andere Malvaceenarten, z. B. *Kitaibelia vitifolia*, die, auf gleiche Weise mit *Abutilon* copulirt, eine dauernd buntblätterige Varietät gebildet hat.

*Althaea officinalis* ist eine im Freien ausdauernde Staude. Nach dem Absterben des Laubes und der Stengel findet man auf dem Boden, nur zum Theil in der Erde verborgen, dicke, von grossen Niederblättern umgebene Winterknospen, aus welchen zahlreiche, bis 5 *cm* lange Blattstiele hervorragen. Die Blattspreite ist noch vollkommen unentfaltet und kaum angedeutet. Die *Althaea*-Edelreiser auf *Abutilon* wuchsen meist üppig und wurden in einigen Fällen gegen 1 *m* lang. Man musste nun fragen: Wie lange werden die *Althaea*-Reiser auf den *Abutilon*-Stöcken leben, was werden sie im Herbste beginnen? Werden sie absterben, wie werden sie ihre Reservestoffe verwenden?

Die *Althaea*-Reiser verhielten sich auf dem *Abutilon* fast ebenso wie auf eigenen Wurzeln. Sie fingen beim Nahen des Herbstes an, von oben herab abzusterben und einzutrocknen; nur ein kurzes Stammstück zu unterst am Spross blieb frisch und bedeckte sich in relativ kurzer Zeit mit dicken Dauerknospen, die fast genau denen der unveredelten Eibischstöcke des freien Landes glichen, nur die Blattspreiten waren etwas deutlicher, immerhin in minimaler Weise angedeutet. Waren die *Althaea*-Reiser bis zum Herbste sehr lang geworden, so kam es in einigen Fällen vor, dass die Reservestoffe auf ihrem Abstieg einmal Halt machten, gewissermassen ermüdeten, eine Station anlegten und hier Dauerknospen bildeten und zurückliessen. An den Stöcken des freien Landes habe ich diese Erscheinung niemals wahrgenommen. Bald starb der Spross weiter und weiter

nach unten ab. Am Grunde des Edelreises entstanden mittlerweile mehrere Dauer- bezw. Winterknospen, die grösser waren, als die der Station. Letztere blieben zuweilen den Winter hindurch am Leben, kamen aber im Frühling nicht zum Austreiben. Die untersten Knospen dagegen entwickelten sich im Frühling zu beblätterten Trieben. Gegen den Herbst hin waren sie erschöpft und starben.

Ich erwähne die Dauerknospenbildung an *Althaea*-Edelreisern auf *Abutilon* hier deshalb, weil sie gleichwerthig ist der oberirdischen Knöllchenbildung am Kartoffelstocke. Dort wie hier wurde der Pflanze unmöglich gemacht, in der Erde am eigenen Stocke Reservemagazine bezw. vegetative Fortpflanzungsorgane zu bilden; es ist ihr auch nicht möglich, mit ihren Zweigen den Boden zu berühren. Sie sucht nun oberirdisch ihre Art zu erhalten; in dem einen Falle durch Knöllchen, in dem Anderen durch die beschriebenen Winterknospen. Beide Organe sind zähe, langlebige Reservespeicher. Anscheinend hat die Knolle grössere Aussicht auf Rettung ihrer Art, indess, auch die Dauerknospe kann herabfallen, der Spross sich niederlegen, die Knospe in Contact mit dem Boden gelangen und sich schnell bewurzeln.

## 9. Reiche Knollenbildung in der Erde an Kartoffelstöcken, die mit Datura Stramonium copulirt waren.

Es mögen noch einige Beispiele von reicher Knollenbildung in der Erde an *Datura*-Kartoffelstöcken angeführt werden. Ebenso vortrefflich, wie die Kartoffel auf der *Datura*, wächst auch die letztere auf der ersteren.

Um die Menge der Knollen, die ein Kartoffelstock trägt, nach Zahl und Gewicht festzustellen, liess ich auf einem Gute in der Mark vier Kartoffelstöcke verschiedener Sorten ausheben. Die Wägung wurde am 11. November ausgeführt und ergab folgendes Resultat:

1. Sorte „Simson". 11 Knollen im Gewichte von 34—137 *g*. Gesammtgewicht 914 *g*. Durchschnittsgewicht einer Knolle 91 *g*.

2. Sorte „Zwiebelkartoffel". 19 Knollen von 14—85 *g*. Gesammtgewicht 730 *g*. Durchschnittsgewicht einer Knolle 38 *g*.

3. Sorte „Reichskanzler". 14 Knollen im Gewicht von 14—72 *g*. Gesammtgewicht 653 *g*. Durchschnittsgewicht einer Knolle 47 *g*.

4. Sorte „Athene". 14 Knollen im Gewicht von 15—100 *g*. Gesammtgewicht 367 *g*. Durchschnittsgewicht einer Knolle 26 *g*.

1) (Versuch 63. 1896) *Datura Stramonium* auf Kartoffelsorte „Seed". Veredelt den 2., Verband gelöst den 9., ausgepflanzt den 20. Juni. Den 5. September ausgehoben und gezeichnet. Es ergaben sich 8 Knollen (und 2 Knöllchen).

| | | |
|---|---|---|
| Knolle | 1 wiegt | 69 *g* |
| „ | 2 „ | 59 „ |
| „ | 3 „ | 37 „ |
| „ | 4 „ | 20 „ |
| „ | 5 „ | 15 „ |
| „ | 6 „ | 9 „ |
| „ | 7 „ | 5 „ |
| „ | 8 „ | 3 „ |
| | zusammen | 207 *g* |

Die kleinste Knolle, welche von den Feldstöcken gesammelt wurde, wog 14 *g*. Eine Kartoffelknolle von diesem Gewichte betrachte ich als brauchbar und erntefähig. Kartoffeln bis 30 *g* nenne ich klein, von 30—60 *g* mittel, von 60-90 *g* gross, über 90 *g* sehr gross. An dem Stechapfel-Kartoffelstocke müssen daher, um dessen Kartoffelertrag mit der Erntemenge der Feldstöcke zutreffend zu vergleichen, die drei kleinsten, unter 14 *g* wiegenden Knöllchen ausgeschieden werden. Es bleiben 5 Knollen übrig, die zusammen 200 *g* wiegen, wovon der Durchschnitt 50 *g* beträgt, ein Gewicht, welches nur von der Sorte „Simson" erheblich, von „Reichskanzler" nur wenig überschritten, von den beiden übrigen, feldmässig angebauten Sorten aber nicht erreicht wird. Hierbei ist zu bemerken, dass die Sorte „Seed" erst am 2. Juni veredelt und am 20. Juni ausgepflanzt wurde, die auf dem Felde angebauten Sorten mithin einen Vorsprung von zwei Monaten hatten. Hätte der Stechapfel-Kartoffelstock um diesen Zeitraum früher ausgepflanzt werden können, so würden sich zweifellos noch eine Anzahl Knollen gebildet und die vorhandenen beträchtlich vergrössert haben. Der mit *Datura* veredelte Stock würde dann voraussichtlich den höchsten Kartoffelertrag unter den genannten, feldmässig angebauten Sorten ergeben haben, und wahrscheinlich auch unter unveredelten Stöcken der Sorte Seed.

2) (Versuch 137. 1896) *Datura Stramonium* auf Kartoffelsorte *Magnum bonum* wurde durch Copulation veredelt am 18. Juni und ausgepflanzt den 30. Juni. Am 10. October hob ich den Stock aus. Das *Datura*-Edelreis ist 70 *cm* lang, hat eine reife, aufgesprungene und zahlreiche jüngere, noch unreife Früchte. In der Erde finden sich 5 Knollen und 2 Knöllchen. Das Gewicht der Knollen wurde am 30. October wie folgt festgestellt:

| | | |
|---|---|---|
| Knolle | 1 wiegt | 132 *g* |
| „ | 2 „ | 70 „ |
| „ | 3 „ | 55 „ |
| „ | 4 „ | 15 „ |
| „ | 5 „ | 14 „ |
| | Gesammtgewicht | 286 *g* |

Der letztgenannte Stechapfel-Kartoffelstock trug mithin eine sehr grosse, eine grosse, eine mittelgrosse und zwei kleine, nur vollkommene, regelmässig gebaute, keine verbildete Knollen. — In einem anderen Falle (Versuch 176. 1896) ergaben sich an einem Stechapfel-Kartoffelstocke von der Sorte „Zwiebelkartoffel“ 2 sehr grosse Knollen von 104 und 97 *g*, und 1 grosse von 74 *g*. — Zu einem umfangreichen, 75 *cm* hohen Stocke war Versuchspflanze 138 herangewachsen. Sie lieferte 7 wohlgebildete Knollen im Gesammtgewicht von 351 *g* und besass 3 reife und 6 unreife *Datura*-Früchte.

## 10. Verlängerte Lebensdauer einjähriger Sprosse von Stauden und annuellen Pflanzen in Folge der Verwachsung mit Gehölzen.

Viele Fragen giebt es noch, die meines Erachtens ein wissenschaftliches Interesse zu besitzen scheinen, wie z. B. diese: Ist es in einzelnen oder vielen Fällen möglich, kurzlebige Triebe von Stauden und einjährigen Gewächsen mit Gehölzen durch Veredelung erfolgreich und dauernd zu verbinden? Werden einjährige Sprosse von Stauden, mit Gehölzen oder auf Gehölze veredelt, mehrere oder viele Jahre dauern, und werden einjährige Pflanzen, in Verbindung mit Gehölzen, eine mehrjährige oder vieljährige Lebensdauer erlangen? Diesen Fragen kann ich mich heute nur flüchtig zuwenden.

Von besonderem Interesse, wegen der langen Lebensdauer des einjährigen Unterstammes, erscheint mir eine durch einen *Abutilon*-Spross copulirte *Modiola caroliniana* (L.) Don. (Versuch 250. 1897.)

*Modiola caroliniana* gehört zu den *Malvaeae Abutilinae*, ist also dem *Abutilon* nahe verwandt. Die *Modiola*-Arten sind einjährige, niederliegende, kriechende Kräuter mit gelappten Blättern und kleinen, rothen, in den Achseln von Laubblättern stehenden Blüthen. *Modiola caroliniana* ist in Amerika häufig und auch in Südafrika gefunden worden. Die meisten der übrigen beschriebenen Arten scheinen (nach K. Schumann) von dieser nicht verschieden zu sein.

Die Aussaat erfolgte am 22. April 1897, die Veredelung mit *Abutilon Thompsoni* mittelst Copulation am 21. Juli desselben Jahres. Der Verband wurde am 28. August von der Veredelungsstelle abgenommen, viel später, als es bei der guten Verwachsung hätte geschehen können.

Die Pflanze gedieh vortrefflich und kam im Kalthause gut durch den Winter.

Am 21. Mai 1898 machte ich mir folgende Notiz: „Edelreis frisch und gesund, unverzweigt, mit gesunden, bunten Blättern versehen. Die Unterlage hat nur dicht über der Erde einen kurzen Trieb entwickelt. Edelreis 45 *cm* lang.“

Der erwähnte Nebentrieb der Unterlage ging bald zu Grunde. Bunte Blätter wurden an demselben nicht beobachtet. Seitdem blieb die Unterlage bis zu ihrem Tode vollkommen blattlos und brachte keinen neuen Trieb mehr hervor.

Das *Abutilon*-Edelreis trieb fortdauernd üppig, verzweigte sich und wurde so hoch, dass es bald an die Glasscheiben des Gewächshauses stiess und wiederholt verkürzt werden musste.

Im December 1900 fing die Pflanze plötzlich zu kränkeln und zu welken an. Die Untersuchung ergab, dass die Unterlage todt war; der Zeitpunkt ihres Absterbens konnte nicht mehr festgestellt werden. Nach meinen Erfahrungen können fest aufgewachsene Pfröpflinge auf todten Unterlagen monatelang am Leben bleiben und ihr frisches, grünes Laub erhalten.

Setzen wir den Tod der in Rede stehenden Pflanze auf den 21. December fest, so hat **das strauchartige Abutilon in Verbindung mit der Modiola, einem einjährigen Kraute, drei Jahre und fünf Monate gelebt.**

Ueberraschend war das üppige Wachsthum des hartholzigen *Abutilon* auf dieser weichen, krautartigen Unterlage. Die todte Unterlage zeigt sich weichholzig, lässt sich leicht schneiden und mittelst der Finger etwas zusammendrücken. Ich habe die *Modiola* unveredelt nicht weiter cultivirt Es erübrigt, zu untersuchen, ob unveredelte Pflanzen in gleicher Weise verholzen, wie hier als Unterlage des *Abutilon*, oder ob die Verholzung im vorliegenden Falle dem Einflusse des Edelreises, bezw. dem höheren Alter des *Modiola*-Stammes, welches dieser durch den lebenerhaltenden Einfluss des *Abutilon*-Strauches erlangte, zuzuschreiben ist.

Ob die Pflanze durch einen unglücklichen Zufall oder besonderen Anlass, vielleicht zu starkes und häufiges Begiessen, oder durch innere Nothwendigkeit zu Grunde gegangen ist, vermag ich nicht zu entscheiden Es müssen zukünftige Versuche lehren, ob krautartige, ausgesprochen einjährige Pflanzen, als Unterlage oder Edelreis mit Stauden oder Gehölzen verbunden, noch länger leben oder dauernd lebend erhalten werden können. Hat die *Modiola* etwa deshalb so lange leben können, weil sie nur als Saftleiter diente, eigene Blätter nicht besass, Blüthen und Früchte nicht hervorbrachte? — Würde sie ihr Leben früher abgeschlossen haben, wenn sie — als Edelreis oder Unterlage — Blüthen und Früchte getragen, mithin ihren Lebenszweck erfüllt, für die Erhaltung ihrer Art gesorgt hätte? —

Ein weiteres Beispiel von verlängerter Lebensdauer einjähriger Sprosse durch Verwachsung mit dem strauchartigen *Abutilon Thompsoni* möge noch angeführt werden. — Eine grössere Anzahl junge, aus Samen erzogene *Althaea narbonensis* wurden am 1. August 1900 durch Reiser von *Abutilon Thompsoni* copulirt. Die Verwachsung erfolgte leicht und innig in fast allen Fällen. Die

Pflanzen blieben in Töpfen und überwinterten in einem Gewächshause. Ueber zwei Pflanzen machte ich am 18. Mai 1901 folgende Notiz: a) Versuch 71. Edelreis 43 *cm* lang, mit frischen Blättern und Knospen. Aus der Erde an der Unterlage ein Trieb in Entwickelung. In das Freie verpflanzt am gleichen Tage. — b) Versuch 72. Edelreis 25 *cm* lang, frisch beblättert. Ein Erdtrieb der Unterlage 20 *cm* lang, in kräftiger Entwickelung. Ausgepflanzt gleichfalls den 18. Mai. — Notiz vom 10. November 1901 über Pflanze a: Edelreis 50 *cm* lang geworden, gesund, verzweigt. Edelreis trägt nur noch wenige, im Absterben begriffene Blätter. Unterlage zeigt nur noch eine kleine, in der Erde steckende, kümmerliche Winterknospe. — Pflanze b: Edelreis 75 *cm* lang geworden. Ein längst abgestorbener, 90 *cm* lang gewordener Spross der Unterlage ist noch mit reifen Früchten besetzt. Unterlage besitzt zwei kräftige Winterknospen, die mit ihren langen Blattstielen aus der Erde hervorragen.

Die Pflanze a war am 18. Mai 1901 die kräftigere, das Edelreis das längste, jedoch brachte die Unterlage keinen eigenen Spross zur Entwickelung. Das *Abutilon* allein kann nicht länger durch eigene Kraft die *Althaea* am Leben erhalten. Reservestoffe der erforderlichen Beschaffenheit zur Bildung von kräftigen, normalen *Althaea*-Winterknospen hatte das *Abutilon*-Reis nicht zu vergeben. Unterlage und Edelreis sind daher dem Tode verfallen. —

Anders verhält sich Pflanze b. Neben dem mit *Abutilon* veredelten Triebe entwickelte sich ein kräftiger *Althaea*-Spross, der sich an der Ernährung der Unterlage betheiligte, vor Allem die Entstehung von Dauerknospen bewirkte. Damit ist die Ueberwinterung und das Weiterleben des *Althaea*-Unterstockes gesichert. Aber auch das Edelreis steht sich gut bei dieser Arbeitstheilung. Es nimmt für sich, was es braucht, für die Erhaltung des *Althaea*-Stockes aber lässt es dessen eigene Triebe, bezw. Blätter sorgen. Das am 18. Mai nur 25 *cm* lange Edelreis ist 75 *cm* lang geworden.

Die *Althaea narbonensis* ist eine Staude, die oberirdisch vollkommen abstirbt. Die im Frühjahr aus dem Boden kommenden Triebe sind, wenn man den Knospenzustand nicht mitzählt, nur von halbjähriger Lebensdauer; sie erscheinen im April, fructificiren und ziehen im September ein. Beide copulirte Triebe hätten ihrer Natur nach schon im September 1900 absterben müssen; aber noch leben sie, noch vegetirt auf ihnen — in dem einen Falle (a) anscheinend mit unverminderter Kraft und in friedlicher Gemeinschaft — *Abutilon Thompsoni.* — Die Unterlagesprosse haben das ihnen von der Natur gesetzte Lebensziel bereits um ein Jahr und zwei Monate überschritten, und noch sind sie frisch und vermitteln die Wechselzufuhr von Nähr- und Baustoffen zwischen der *Althaea*-Wurzel und dem *Abutilon*-Edelreise.

Noch ein Fall erscheint mir bemerkenswerth. *Abutilon Thompsoni* wurde copulirt auf eine Species der Malvaceengattung *Palava* am 25. Juni 1901. (Versuch 69.) In's Freie gepflanzt den 19. Juli. — Notiz vom 26. August: Edelreis sehr kräftig entwickelt; reife Samen von den Seitenzweigen der Unterlage gesammelt — Notiz vom 28. October: Alle vier Seitenzweige der Unterlage abgestorben, hängen geknickt am kräftigen Stamme. Edelreis 25 *cm* lang, sehr kräftig, hat Blüthenknospen. Das Edelreis hat die Seitenzweige der Unterlage abgestossen und verkehrt auf dem directesten Wege mit der Wurzel. Mit Energie hat aber der Grundstock noch für die Fortpflanzung seines eigenen Geschlechtes durch Zeitigung der Samen gesorgt; ihn hieran zu hindern, ist dem *Abutilon* nicht gelungen.

Bekannt ist mir VÖCHTING's umfangreiche Arbeit: Ueber die Bildung der Knollen, Cassel 1887. — Er hat meist mit Kartoffeln experimentirt. Während VÖCHTING aber an seine Versuchspflanzen sehr zahlreiche, mannigfache und schwierige Fragen stellt, habe ich mich nach Möglichkeit darauf beschränkt, meine Pflanzen in ihrem natürlichen Verhalten zu beobachten. —

Einige Male habe ich gelegentlich eine Arbeit von L. DANIEL angeführt gefunden. Es sind zwei Abhandlungen in der Revue générale de Botanique, dirigée par GASTON BONNIER, Professeur de botanique à la Sorbonne. Tome sixième. Paris 1894. — 1. Recherches morphologiques et physiologiques sur la greffe. 2. Sur quelques applications pratiques de la greffe herbacée. Ich habe das Werk gelesen, will heute aber nicht bei demselben verweilen, um so weniger, als die von mir angeregten Fragen nicht unmittelbar berührt werden.

Ich habe die schon im Jahre 1870 begonnenen Pfropfversuche ununterbrochen fortgesetzt. In den Jahren 1875—82 habe ich in Poppelsdorf namentlich viele Pfropfungen unter Gattungen und Arten der Solanaceen, einschliesslich der Kartoffel, ausgeführt. Vom Jahre 1896 führte ich die Versuche in grösserem Umfange weiter. Die Zahl der einzelnen durch Pfropfung verbundenen Versuchspflanzen hat jetzt zweitausend überschritten. Einige Resultate, von denen ich glaubte, dass sie auch für Gärtner und Gartenfreunde Interesse und für den Gartenbau einige Bedeutung hätten, habe ich in den Sitzungen des Vereins zur Beförderung des Gartenbaues in den königlich Preussischen Staaten kurz besprochen, meist unter Vorzeigung der Versuchsobjecte, und in der Gartenflora mitgetheilt. Noch zahlreiche Beobachtungen, die mir der Mittheilung werth erscheinen, harren der Darstellung und Veröffentlichung. Bei Anstellung von wenigen Versuchen scheinen sich viele Beobachtungen zu widersprechen. Ich bin zu der Ansicht gelangt, dass nur eine grosse Zahl von Versuchen, wenigstens der hier in Betracht kommenden Art und Richtung, zu sicheren Schlüssen führen.

# 66. Hans Molisch: Peristrophe angustifolia Nees, fol. var., eine Cumarinpflanze aus Java.

Eingegangen am 28. November 1901.

Das frische Laub dieser auf Java einheimischen und in unseren warmen Gewächshäusern verbreiteten Acanthacee weist keinen Duft auf. Wenn man aber die beblätterten Zweige pflückt und im Zimmer auf dem Tische liegen lässt, so tritt beim Vertrocknen ein ungemein angenehmer Geruch nach Cumarin auf. Ein blosses Verwelken genügt nicht, die Blätter müssen thatsächlich durch Vertrocknen absterben, erst dann duften sie nach Cumarin.

Viel rascher kommt man zum Ziele, wenn man die frischen Blätter bei langsam ansteigend Tempereratur in ein Luftbad von 60° bringt und hier etwa $^3/_4$ Stunden belässt. Die Blätter nehmen dann bei gewöhnlicher Zimmertemperatur alsbald den erwähnten Geruch an.

Hingegen ist es höchst auffallend, dass die Blätter keinen Cumarinduft entbinden, wenn sie momentan einer Temperatur von 100° C. im kochenden Wasser ausgesetzt werden. Ich werde auf diese eigenthümliche Thatsache noch weiter unten zu sprechen kommen.

Frische beblätterte Sprosse, welche man steif gefrieren und nachher aufthauen lässt, duften einige Zeit darauf nach Cumarin. Dasselbe zeigen Blätter, die man in einer Schale verreibt und dann stehen lässt.

Ich habe seiner Zeit gemeinsam mit ZEISEL[1]) nachgewiesen, dass *Ageratum mexicanum* Sims. eine Cumarinpflanze ist, dass diese im Leben keinen Cumarinduft aufweist, sondern dass derselbe erst postmortal, z. B. nach dem Vertrocknen oder Erfrieren auftritt. Wie aus dem Vorhergehenden erhellt, verhält sich *Peristrophe angustifolia* gleichfalls so, auch hier wird Cumarin erst nach dem Tode unter den angegebenen Verhältnissen in Freiheit gesetzt.

Vor Kurzem hat A. NESTLER[2]) gezeigt, wie man Cumarin und Theïn durch Sublimation direct aus cumarinhaltigen Pflanzentheilen gewinnen kann und darauf eine einfache Methode begründet, welche es gestattet, den genannten Körper, selbst wenn er nur in geringen Mengen vorliegt, nachzuweisen. NESTLER giebt, wenn er z. B. Cumarin

1) H. MOLISCH und S. ZEISEL: Ein neues Vorkommen von Cumarin. Diese Berichte 1888, S. 353.

2) A. NESTLER: Der directe Nachweis des Cumarins und Theïns durch Sublimation. Diese Berichte 1901, S. 350.

in den Blättern von *Ageratum mexicanum*, im Laube von Waldmeister oder von *Hierochloa* nachweisen will, ein paar ganze oder zerkleinerte frische oder trockene Blätter in die Mitte eines mittelgrossen Uhrglases, bedeckt mit einer Glasscheibe, giebt auf ihre Mitte zur Unterstützung der Sublimation einige Wassertropfen und erhitzt mit einem Mikrobrenner auf 40—70° C. Gewöhnlich sublimiren dann die Krystalle unter dem aufgesetzten Wassertropfen. Da sich Cumarin schon bei relativ niederen Temperaturen verflüchtigt, habe ich anstatt eines Uhrglases mit Vortheil oft ein kleines 8 *cm* hohes Becherglas verwendet, die Sublimation fällt dann reichlicher aus.

Diese Methode auf die trockenen Blätter von *Peristrophe* angewendet, giebt auf der Glasplatte Sublimationen der charakteristischen Cumarin-Krystalle: Es sind meist prismen- oder stabartige Formen, die, wenn sie vom Rande eines durch Condensation entstandenen Wassertropfens aus entstehen, gewöhnlich eine strahlige Anordnung zeigen. Es sei mit Rücksicht auf die verschiedenen Formen auf die Abbildung von Cumarin-Krystallen bei BEHRENS[1]) und NESTLER[2]) verwiesen.

Die Krystalle verlieren, der Luft ausgesetzt, bald ihre glatte Oberfläche, werden rauh und verflüchtigen sich bereits nach mehreren Stunden. Sie duften stark nach Cumarin. Sie lösen sich langsam in kaltem, etwas rascher in heissem Wasser, ausserdem schnell in absolutem Alkohol, Aether, Benzol, Olivenöl, desgleichen verschwinden sie rasch in Schwefelsäure, Salzsäure und Salpetersäure. Auch Ammoniak bringt sie zum Verschwinden, desgleichen Kalilauge, wenn auch langsam.

Wie kommt es nun, dass unsere Cumarinpflanze den Duft erst postmortal zu erkennen giebt? Zunächst wäre die Möglichkeit zu erwägen, dass das Cumarin schon im Inhalt der lebenden Pflanze existirt, dass es aber das lebende Plasma nicht zu durchdringen vermag, sondern erst das todte. Wäre dies der Fall, dann müsste, wenn *Peristrophe* plötzlich in siedendes Wasser oder in absoluten Alkohol getaucht und hier belassen wird, das Cumarin in Lösung gehen und sich in der Flüssigkeit oder im Kraute durch seinen Duft verrathen. Dies ist aber nicht der Fall, daher können wir von dieser Eventualität absehen.

Eine andere Möglichkeit wäre die, dass in der abgestorbenen Zelle Stoffe, die früher in dem mikroskopisch kleinen Raume localisirt und räumlich getrennt waren, postmortal auf einander prallen und dann zur Abspaltung oder Bildung von Cumarin Veranlassung geben können. Bereits in der Einleitung zu meiner Histochemie[3]) wurde

1) H. BEHRENS: Anleitung zur mikrochemischen Analyse. 4. Heft. S. 94. 1897.

2) A. NESTLER l. c.

3) H. MOLISCH: Grundriss einer Histochemie der pflanzlichen Genussmittel. Jena 1891. S. 2—3.

darauf besonders hingewiesen, dass zahlreiche, als Genussmittel dienende Pflanzentheile, wie Tabak, Thee, Kaffee, Vanille und andere, der uns wünschenswerthen Eigenschaften im lebenden Zustande noch entbehren, und dass sie dieselben erst nach dem Absterben oder nach bestimmten Proceduren (Gährung, Trocknen, Erhitzen etc.) erhalten. Auch habe ich bereits am selben Orte (S. 49) bemerkt, „dass die frisch geerntete Vanillefrucht gar kein oder nur sehr wenig Vanillin enthält und dass die Hauptmasse des Vanillins erst beim Trocknen der Früchte aus einer anderen Substanz entsteht".

Auf Java habe ich mich in dem Culturgarten von Tjikoumeuh bei Buitenzorg selbst von der Richtigkeit meiner Vermuthung überzeugt. Die reifen Früchte wiesen keinen Vanilleduft auf.[1])

Nach den Mittheilungen von J. BEHRENS[2]) dürfte vielleicht bei der Vanille ein Vanillinglykosid postmortal eine Spaltung erfahren.

Die von demselben Autor geäusserte Vermuthung, es könnte das Cumarin bei *Ageratum mexicanum* seine Entstehung einem erst postmortal wirkenden Fermente verdanken, gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn man bedenkt, dass ja analoge Processe bereits bekannt sind, wie die Entstehung des Bittermandelöls aus dem Amygdalin unter dem Einflusse des Emulsins, die Production von Salicylsäuremethyläther (Wintergrünöl) aus dem Gaultherin u. s. w.[3])

Das Eingreifen eines Fermentes wird um so wahrscheinlicher, als *Ageratum*, wie J. BEHRENS gezeigt hat, den Cumarinduft nicht immer nach dem Absterben aufweist, z. B. nicht, wenn die Pflanze durch Einwerfen in Wasser von 90° oder in 95 pCt. Alkohol rasch getödtet wird, also unter Bedingungen, unter welchen auch Fermente gewöhnlich vernichtet werden. Ebenso wie *Ageratum* verhält sich im Wesentlichen unsere neue Cumarinpflanze *Peristrophe angustifolia*; mit Rücksicht auf das spärliche mir zur Verfügung stehende Material war es mir jedoch nicht möglich, die Untersuchung im Hinblicke auf ein etwa vorhandenes Cumarin erzeugendes Ferment in Angriff zu nehmen.

---

1) Vergl. darüber auch W. BUSSE: Studien über die Vanille. Sonderabdruck aus den „Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte", Berlin. Bd. XV. S. 102.

2) J. BEHRENS-Karlsruhe: Ueber das Vorkommen des Vanillins in der Vanille. In dem „Tropenpflanzer". Zeitschrift für tropische Landwirthschaft 1899. S. 299.

3) Derselbe, ebenda.

# 67. L. Feinberg: Ueber den Erreger der Kohlhernie (Plasmodiophora Brassicae Woronin).

Eingegangen am 28. November 1901.

Bereits im Jahre 1874 hatte Prof. WORONIN in der Petersburger Naturforscher-Gesellschaft einen von ihm als *Plasmodiophora Brassicae* genannten Myxomyceten als den Erreger der Kohlhernie demonstrirt. Die im Jahre 1878 publicirte hervorragende Arbeit[1]) über diesen Gegenstand gab dann ausführlichen Aufschluss über diesen Parasiten. Den Beweis für den Parasitismus dieses Myxomyceten hat WORONIN dadurch geliefert, dass er die aus dem Samen verschiedenster Kohlsorten gezogenen Keimlinge mit Wasser täglich begoss, in welchem Hernienauswüchse fein zerstückelt waren. Fast an allen Wurzeln der auf diese Weise cultivirten Kohlpflanzen traten gleichfalls Hernienauswüchse auf. Controllversuche gaben letztere nicht.

Dieser hervorragenden Arbeit folgte erst im Jahre 1898 (Flora)[2]) eine zweite, die sich mit diesem Gegenstande beschäftigt. Professor NAWASCHIN in Kiew hat uns, indem er durch Färbungen diesen Parasiten zur Darstellung brachte, einen weiteren, sehr wichtigen Aufschluss über ihn gegeben.

Diese Auswüchse, die sich beim Kohl finden, hatten nun schon lange (WORONIN spricht bereits darüber) den Verdacht einer ähnlichen Ursache bei den beim Menschen auftretenden krankhaften Gechwülsten, wie Krebs u. a., erweckt. Dieser Verdacht hat neue Nahrung durch die vortreffliche Arbeit von NAWASCHIN erhalten und auch bereits bemerkenswerthe Litteratur über diesen Gegenstand gezeitigt.

Angeregt durch Herrn Geheimrath VON LEYDEN, unter dessen Leitung ich Jahre lang auf der ersten medicinischen Klinik über die Pathologie der Geschwülste zu arbeiten die Ehre hatte, habe ich mich mit dieser Krankheit bei den Pflanzen beschäftigt, um aus dieser Beschäftigung vielleicht wichtige Momente für die pathologische Anatomie und Histologie der menschlichen Geschwülste verwerthen zu können.

Die Beobachtungen, die aus dem mir freundlichst von den „Gräfin ARNIM'schen" Besitzungen gesandten Material genommen wurden, sind folgende:

1) Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik XI (1878). S. 548.
2) Flora 1898. S. 404.

1. Bei der frischen Besichtigung von Schnitten aus verschiedenen Kohlhernien (Kohlrabi, Wirsingkohl, Blumenkohl, Rothkohl) sah man die Sporen des Plasmodiums in einer Unmasse liegen, so dass die Diagnose einer Infection sehr leicht gestellt werden kann; ungleich schwerer ist es, das Netzgewebe des Plasmodiums selbst zu erkennen; ich verweise hier auf die Angaben von WORONIN[1]). Eine directe Unmöglichkeit ist es, die Kerne des Plasmodiums frisch zu sehen.

2. Lässt man kleine Stückchen einer frischen Kohlhernie in destillirtem Wasser 1—2 Tage liegen, so sieht man nach dieser Zeit auf den Schnitten dieser Stückchen keine der noch vor Kurzem in so grosser Zahl sichtbaren Sporen; dagegen finden sich in dem Wasser, in welchem diese Stückchen gelegen haben, feine Flocken, die vollständig aus solchen Sporen bestehen, ja man findet sie in grosser Zahl frei im Wasser. Diese Thatsache erklärt wohl auch die ausserordentliche Infectionsfähigkeit der Kohlhernie.

3. Bei den Färbungen kleiner in ‚FLEMMING'scher' Lösung fixirter Stückchen der Kohlhernie erhält man die bereits von NAWASCHIN in seiner Arbeit beschriebenen Resultate.

In den durch die verschiedenen Färbemethoden gefärbten Präparaten sieht man:

a) Zellen, die mit Sporen vollgepfropft sind,
b) Zellen, welche die ausgewachsenen Amoeben enthalten,
c) Zellen, welche die Uebergangsformen des Plasmas in die Sporenform darstellen.

Die Sporen sind runde Körperchen, etwas grösser, als die normalen Kernkörperchen der Kerne ihrer Wirthszellen, mit einer doppelt conturirten Membran umgeben, von der sich der Inhalt scharf abhebt.

Die ausgewachsenen Amoeben sind zusammengesetzt aus feinmaschigem Plasma und einem bis mehreren Kernen. Die Form dieses Kernes möchte ich besonders hervorheben.

Der Kern der ausgewachsenen Amoebe, wie der eines jungen Parasiten, besteht aus einem Kernkörperchen und einer dieses Kernkörperchen umgebenden, hellen, ungefärbten Zone, die ihrerseits durch einen scharfen Rand von dem Plasma getrennt ist.

Wenn ich diese Form des Kernes hervorhebe, so verweise ich zugleich auf eine Arbeit, die ich im Jahre 1899[2]) veröffentlichte und in welcher die Unterscheidung der Körperzellen und der thierischen einzelligen Organismen scharf gesondert wird. Als Haupcharakteristicum für diese Unterscheidung ist dort bereits hervorgehoben, dass der Kern

1) l. c.
2) Fortschritte der Medicin. Bd. XVII, S. 9.

bei allen Amoeben aus einem Kernkörperchen, der dieses Kernkörperchen umgebenden hellen Zone und einem scharfen Rande besteht, der die Zone ihrerseits von dem Plasma scharf abhebt". Herr Geheimrath VON LEYDEN hat diesen Kern mit dem Aussehen eines Vogelauges verglichen. Bei allen von uns bisher untersuchten einzelligen thierischen Organismen haben wir diese Form des Kerns gefunden. Auch bei dem Malariaplasmodium hatten wir das Glück, wenn auch erst in einem einzigen Falle, dieselbe zu beobachten; durch die ROMANOWSKI-ZIEMANN'sche Färbemethode (Methylenblau-Eosin) gelingt es bekanntlich, den Kern (Chromatin) wie das Plasma des Malariaplasmodiums sehr anschaulich zu sondern. In einem einzigen Falle gelang es uns bisher, ein kreisrundes Individuum in einem Präparat eines „Tertiana-Falles" durch diese Färbung zu erhalten. In dem Centrum der Amoebe befand sich nämlich analog unseren bisherigen Beobachtungen ein leuchtend roth gefärbter Punkt, umgeben von einer hellen Zone; diese Zone wiederum war durch einen scharfen Rand von dem blau gefärbten Plasma geschieden!

Da der Kern der thierischen Zellen bekanntlich diese Form nie hat, so kann wohl nach diesen Mittheilungen über den Bau des Kerns bei den einzelligen thierischen Organismen der allgemeine Satz aufgestellt werden, dass ein so beschaffener Kern schon ein Beweis für das Vorhandensein einer Amoebe oder eines anderen einzelligen thierischen oder pflanzlichen(?) Organismusses ist, ein Beweis, der bei dieser Amoebe, der *Plasmodiophora Brassicae*, dem Erreger der Kohlhernie, ganz besonders anschaulich bereits durch die Zeichnungen von NAWASCHIN geführt worden ist und ihn markant als Parasiten auch in diesen Präparaten hinstellt[1]).

In Betreff der sonstigen Form dieses Parasiten, seiner Sporenbildung etc. verweise ich ganz auf die Arbeit von NAWASCHIN (Flora 1899).

Was nun die ursprüngliche Aufgabe betrifft, die mich auf die Beschäftigung mit diesem Parasiten hinwies, nämlich die Frage, ob der Krebs beim Menschen durch einen ähnlichen oder denselben

1) Es soll auch nicht unberücksichtigt werden, dass vielleicht diese das Kernkörperchen umgebende helle Zone, die sich nicht färben lässt, durch noch feinere Ausbildungen von Mikroskop und Technik später einmal ein Gerüst erkennen lassen könnte, heute können wir nur von einer farblosen ungefärbten Zone sprechen. — Zu erwähnen wäre auch noch, dass wir in dem menschlichen Organismus eine einzige Zelle kennen, die einen etwas ähnlichen Bau in Bezug auf ihren Kern aufweist, das ist die Ganglienzelle; doch fehlt ihr stets die scharfe Abgrenzung des Kerns vom Plasma. NAWASCHIN giebt bereits an, dass ihm in besonders günstigen Fällen die Darstellung des Chromatingerüstes in dieser selben Zone gelungen ist.

Parasiten bedingt wird, so ist eine sichere Antwort zur Zeit noch unmöglich.

Nur soviel kann bereits hervorgehoben werden, dass die Verhältnisse bei den menschlichen Tumoren, wenn ich mich so ausdrücken darf, in jedem Falle andere sein müssen, als bei den Auswüchsen des Kohles; dies erhellt schon aus der einen Thatsache, dass Sporenformen dort überhaupt nicht vorkommen. Denn diese letzteren treten bei der Kohlhernie so massenhaft auf und sind so charakteristisch, dass ein Uebersehen derselben bei so zahlreichen Untersuchungen der Carcinome ausgeschlossen ist.

Ich hoffe, in nicht all zu langer Zeit weitere Mittheilungen hierüber machen zu können.

Auch die Untersuchungen über die Infectionsart des Kohles durch den Parasiten, die Keimung der Sporen und das Austreten der Schwärmer aus denselben sind noch nicht abgeschlossen.

## Nachtrag:

Zu meiner Freude habe ich in einigen Lehrbüchern der Botanik[1]) Abbildungen von einzelligen, selbständigen Organismen [*Copromyxa protea*[2]) u. a.] vorgefunden, die bereits diese Bildung des Kerns bei den Amoebenformen in der von uns beschriebenen charakteristischen Art zur Darstellung bringen, ohne dass dieselbe im Text erwähnt worden ist.

1) STRASBURGER, Lehrbuch der Botanik. Jena 1898, S. 43.

2) ENGLER und PRANTL, Die natürlichen Pflanzenfamilien. Leipzig 1897, S. 3.

# Sitzung vom 27. December 1901.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen:

Frl. **Perkins, Janet,** Dr. phil., z. Z. in **Berlin W.**, Fürther Str. 11a (durch K. SCHUMANN und E. GILG),

Herr **Feinberg,** Dr. med. **Ludwig,** Arzt in **Berlin W.,** Rankestr. 23 (durch L. KNY und H. SECKT),

Herr **Tobler,** Dr. phil. **Friedrich,** in **Berlin W.**, Kurfürstendamm 25 (durch S. SCHWENDENER und L. KNY).

---

Am 30. December d. J. feiert die Société nationale des sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg das Fest ihres 50jährigen Bestehens. Der Vorstand unserer Gesellschaft hat derselben folgende Adresse gewidmet:

Der Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg

sendet die Deutsche Botanische Gesellschaft zur Jubelfeier ihres 50jährigen Bestehens die herzlichsten Glückwünsche.

Zur Pflege des Gesammtgebiets der Naturwissenschaft in's Leben gerufen und nach den verschiedensten Richtungen hierin thätig, hat unsere Cherbourger Schwestergesellschaft der von uns gepflegten Theilwissenschaft stets ihr ganz besonderes Interesse zugewendet. Unter den zahlreichen botanischen Arbeiten, welche die stattlichen Bände ihrer Verhandlungen zieren, finden wir nicht nur solche, welche der Vegetation des Meeres gewidmet und an dem Orte ihrer Veröffentlichung entstanden sind; auch Abhandlungen über die Flora des Festlandes, sowie wichtige Untersuchungen über die Anatomie und Physiologie der Pflanzen haben darin Aufnahme gefunden. Besonders dankenswerth ist dabei die Gastlichkeit, mit welcher die Spalten der Jahrbücher auch auswärtigen Gelehrten geöffnet waren.

Möge die verdiente Gesellschaft weiter blühen und gedeihen, und mögen ihr noch viele Jubelfeiern beschieden sein!

Berlin, den 15. December 1901.

Der Vorstand
der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Schwendener. Stahl. Kny.
Engler. Wittmack. Köhne. Urban.
O. Müller.

# Mittheilungen.

## 68. J. Hämmerle: Ueber das Auftreten von Gerbstoff, Stärke und Zucker bei Acer Pseudoplatanus im ersten Jahre.

Eingegangen am 9. December 1901.

Die vorliegenden Untersuchungen über das Verhalten von Gerbstoff, Stärke und Zucker bei *Acer Pseudoplatanus* im ersten Jahre der Entwickelung reihen sich denjenigen an, die Prof. Berthold im ersten Theil seiner „Untersuchungen zur Physiologie der pflanzlichen Organisation“ 1898 über den Jahrestrieb von *Acer Pseudoplatanus* veröffentlichte (S. 102 ff.). Ebenso dienen sie als Ergänzung für die Ergebnisse meiner eigenen früheren Untersuchungen über die Organisation von *Acer Pseudoplatanus*.

Die Untersuchung wurde im pflanzenphysiologischen Institut zu Göttingen im Sommerhalbjahre 1900 durchgeführt; die Keimlinge, die, aus Samen eines einzigen Exemplars, auf Beeten im Göttinger botanischen Garten ausgesät waren, wurden im Laufe desselben mit Kaliumbichromat conservirt oder in frischem Zustande geprüft.

### I. Exemplare von Ende April und Anfang Mai.

#### 1. Untersuchungen eines am 24. April 1900 conservirten Exemplars.

Erstes Internodium, Hypokotyl, Wurzel besitzen eine Länge von 3, 39, 140 *mm*. Die Cotyledonen haben eine Länge und Breite von 46,5 und 51 bezw. 9 und 11 *mm*. Ausser den Cotyledonen sind nur

die beiden ersten noch zusammengefalteten Laubblätter sichtbar (Stiel- und Spreitenlänge 2 + 13 resp. 2 + 15 *mm*). Die Dicke des Hypokotyls und der Wurzel am Wurzelhals und 20 *mm* darunter beträgt 1,5, 1,75 1,6 *mm*.

Gerbstoff. Laubblätter: Die beiden jungen Laubblätter stecken ganz voll von Gerbstoff. Namentlich die Epidermis und subepidermale Schicht sind sehr reich daran; die Stärkescheide enthält wenig.

Unter der flachen Kuppe des Vegetationskegels findet sich eine Reihe Gerbstoffzellen, ebenso in den jüngsten, noch ganz unentwickelten Blättern.[1])

Cotyledonen: An der Basis der Cotyledonen enthält die Epidermis wenig Gerbstoff, sehr viel jedoch die erste subepidermale Schicht, die an der Oberseite der Cotyledonen continuirlich mit Gerbstoff erfüllt ist, an der Unterseite viele Lücken zeigt. Diese Zellen, von rundlicher Form, stehen an Stelle der Pallisadenzellen und sind etwas grösser als die Epidermiszellen. In den übrigen Schichten findet sich hier an der Basis kein Gerbstoff.

In der Mitte der Cotyledonen ist Pallisadenparenchym entwickelt. Dort liegen die grössten Gerbstoffmengen in der oberen Epidermis; dann folgen die Pallisadenschicht, in der die 4—5 Zellen an der Rundung der beiden Ränder am meisten enthalten, während dort gerade die Epidermiszellen weniger haben. Weniger enthalten auch die dann nach innen folgenden, den Uebergang zum Schwammparenchym bildenden Zellen. Eben so viel findet sich auch an der Unterseite in der ersten subepidermalen Schicht, die eine continuirliche Reihe Gerbstoffzellen bildet. Die untere Epidermis enthält auch hier sehr wenig Ausserdem findet sich Gerbstoff noch hin und wieder im Schwammparenchym und in der Umgebung der Gefässbündel. Auch die Stärkescheide, in der viel Stärke lagert, zeigt etwas Gerbstoff.

Erstes Internodium (Länge 3 *mm*). Viel Gerbstoff in der Epidermis und in den drei nächsten Schichten, die Hauptmasse liegt in der ersten und zweiten subepidermalen Schicht. Ausserdem finden sich aber noch ganz vereinzelt Gerbstoffzellen, so z. B. im Mark.

Hypokotyl: An der Spitze enthält die Epidermis wenig, die erste subepidermale Schicht sehr viel, die folgenden sehr wenig. In der Mitte enthält gleichfalls die erste subepidermale Schicht am meisten. In der Epidermis und den 2—3 auf die erste subepidermale Schicht folgenden collenchymatisch verdickten Zellreihen tritt aber auch noch Gerbstoff auf, wenn auch in weit geringerer Concentration. Die Stärkescheide ist vollständig frei von Gerbstoff.

Wurzelhals: Hier ist die Vertheilung der Gerbstoffzellen in der

1) Die näheren Verhältnisse über den Vegetationskegel bei *Acer Pseudoplatanus* vergl. bei BERTHOLD: Untersuchungen zur Physiologie der pflanzlichen Organisation I. 1898. S. 104, 110 ff.

primären Rinde eine gleichmässigere geworden als im Hypokotyl; sie liegen zwischen den gerbstofffreien zerstreut, nicht mehr ausschliesslich an der Peripherie. Sehr bemerkenswerth ist, dass hier die Stärkescheide sehr viel Gerbstoff zeigt. Der Uebergang von der vollständig gerbstofffreien zur stark gerbstoffhaltigen Stärkescheide geht sehr schnell auf einer Strecke von etwa 1,5—2 *mm* vor sich.

Wurzel. Zur Spitze hin nimmt der Gerbstoffgehalt ab. Die primäre Rinde ist vielfach todt oder ganz abgestossen. Sie und die Endodermis enthalten sonst hauptsächlich Gerbstoff. 120 *mm* unter dem Wurzelhals fand sich kein Gerbstoff mehr. Ueber die Spitze siehe weiter unten.

Stärke. Laubblätter: Nur in der Stärkescheide des Mittelnerven ziemlich viel Stärke, in der der Seitenbündel und im Parenchym recht wenig.

Cotyledonen: Mit Ausnahme der oberen und unteren Epidermis, die ganz bez. fast ganz frei sind, und der Pallisadenzellen, die nur wenig enthalten, besitzen die Cotyledonen recht viel Stärke. Auch die Stärkescheiden der Bündel enthalten viel. An der Basis der Cotyledonen findet sich in der Peripherie des Blattes wenig.

Erstes Internodium: Das Mark besitzt recht viel in allen Zellen, selbst den gerbstoffhaltigen ziemlich viel Körnchen, am meisten in den peripheren Zellen. In der Stärkescheide findet sich viel. Im Rindenparenchym hat mit Ausnahme der 2—3 subepidermalen Schichten jede Zelle etwas Stärke, seien es auch nur einige Körnchen.

Hypokotyl: In der Mitte des Hypokotyls ist am wenigsten vorhanden. Hier, in der Streckungszone, ist der centrale Theil des Markes beinahe ganz frei, der periphere enthält dagegen recht viel. Nach oben und nach unten hin findet im Hypokotyl eine Ausgleichung zwischen den verschiedenen Theilen des Markes und eine Stärkezunahme statt, die namentlich auch in der Rinde dicht unter dem Knoten bemerkbar ist. In der Stärkescheide tritt hier sehr viel Stärke auf, ebenso in der inneren Rinde, im basalen Theil auch etwas mehr in den Holzfasern.

Wurzelhals: Im Mark ist die in sehr grosser Menge vorhandene Stärke ziemlich gleichmässig vertheilt. Im Pericambium findet sich ziemlich viel, in der Endodermis nichts (hier nur Gerbstoff), eben so wenig im Rindenparenchym.

Wurzel: 20 *mm* unter dem Wurzelhals lässt sich im Mark noch ziemlich viel Stärke nachweisen. Es enthalten dort die meisten Zellen wenigstens geringe Mengen von Stärke. Ueber das Verhalten der Markzellen habe ich an anderer Stelle[1]) einige Bemerkungen

1) Hämmerle, Zur Organisation von *Acer Pseudoplatanus*. Bibliotheca Botanica 1900, Heft 50, S. 12 und 81.

gemacht, auf die ich hier verweise. Erwähnen möchte ich hier nur, dass im Mark die meisten Zellen lebendig bleiben und auch in späteren Zeiten vornehmlich zur Stärkespeicherung dienen, während im Stamm das centrale Mark wenigstens gegen die oberen Internodien eine sehr rasche Abnahme der Stärkemengen zeigt. Im noch nicht ausgewachsenen Zustande — in einem ziemlich frühen Wachsthumsstadium — besitzen die Internodien im Mark jedoch ziemlich viel Stärke.

Im Mark, das in diesem Exemplar ziemlich weit heruntergeht[1]), nimmt die Stärke zur Wurzelspitze hin schnell ab, so dass 70 *mm* unter dem Wurzelhals keine mehr zu finden ist. Das Stärkemaximum liegt also hier etwa im Wurzelhals.

Einige Bemerkungen über die Wurzelspitze folgen S. 549.

An einem anderen Exemplar wurden dieselben Verhältnisse angetroffen.

**2. Exemplar vom 7. Mai 1901.**

Die Wurzel war bis zu 130 *mm* Länge herausgebracht, wo sie noch eine Dicke von 1 *mm* besass. Das Hypokotyl war 60 *mm* lang, 1,5 *mm* dick, das erste Internodium 23 *mm* lang und ebenso dick; die Cotyledonen massen 47 *mm*, die Laubblätter 45 *mm* (Stiellänge 10, Spreitenlänge 35 *mm*), das zweite Paar 6 *mm*. Das ganze Exemplar war ca. 220 *mm* lang (erstes Exemplar vom 24. Mai = 134 *mm*).

Gerbstoff. Der einzige Unterschied gegen das vorige (erste) Exemplar besteht darin, dass hier im Wurzelhals und 60 *mm* darunter in der secundären Rinde eine bemerkenswerthe Menge von Gerbstoffzellen sich findet.

Stärke. In der Mitte des ersten Internodiums enthält das Mark hier central sehr wenig und peripher nicht viel mehr Stärke, während im Exemplar vom 24. Mai sehr viel vorhanden war. Ebenso ist auch an der Spitze des Hypokotyls im centralen Mark weniger Stärke. Auch die Cotyledonen enthalten sehr wenig Stärke, wie durch die Untersuchung einer Anzahl weiterer Exemplare bestätigt wurde. Dagegen trat in Wurzelhals und Wurzel in der secundären Rinde ziemlich viel Stärke auf, in der Wurzel weniger als im Wurzelhals. Auch hier zeigt sich eine rasche Abnahme des Stärkegehalts gegen die Spitze der Wurzel zu. So fanden sich 60 *mm* unter dem Wurzelhals in den wenigen Zellen, die das Mark dort bildeten, nur noch ein Paar Körnchen.

**3. Exemplar vom 14. Mai 1901.**

Die Wurzel war bis zu 120 *mm* Länge herausgebracht. Die Cotyledonen waren noch frisch. Die Länge des Hypokotyls, ersten

1) l. c. S. 540.

und zweiten Internodiums betrug 70, 35, 6 *mm*; das erste Paar Laubblätter mass ca. 50 *mm*, das zweite Paar 16 *mm* (ohne Stiel). Dieses Exemplar wurde auf Stärke und Zucker untersucht.

Stärke. Im zweiten Internodium war die Stärke im Mark gleichmässig in grosser Menge vertheilt, peripher aber doch noch etwas dichter. Dieses zweite Internodium, das 6 *mm* lang war, also noch nicht ausgewachsen, verhält sich demnach wie das erste Internodium von Exemplar 1, das 3 *mm* lang war. Erst wenn das Streckungsstadium beendet, wie im ersten Internodium von Exemplar 2, das 23 *mm* mass, zeigt sich eine Abnahme der Stärkemenge.

Ausserdem besassen nur die Stärkescheide und die primäre Rinde in den an die erstere stossenden inneren Schichten Stärke und zwar in grosser Menge. Vom Exemplar (2) vom 7. Mai unterscheidet es sich dadurch, dass das Hypokotyl (hier sind in der secundären Rinde die Fasern schon verdickt) viel stärkeärmer, aber sehr reich an Zucker ist und auch in seiner Mitte im Mark nur wenig Stärke besitzt, in der secundären Rinde etwas mehr, an der Spitze des Hypokotyls sogar viel Stärke aufweist.

Die Cotyledonen enthalten im Gegensatz zu den Befunden am 5. Mai viel Stärke, namentlich in den Pallisadenzellen. Die Epidermis hat keine. Die Gefässbündel zeigen nur in der Stärkescheide und im Siebtheil etwas.

Im Wurzelhals und in der Wurzel überhaupt ist der Stärkegehalt gegen früher erheblich gestiegen. Das Mark besitzt viel mehr wie vorher. Auch das Holz enthält in seinem inneren Theil viel Stärke. 60 *mm* unter dem Wurzelhals ist das Mark dicht mit Stärke gefüllt, durch Jod peripher ganz schwarz, central tief blau gefärbt, während in der secundären Rinde sich wenig findet. Noch 90 *mm* unter dem Wurzelhals enthalten die ca. 10 noch vorhandenen Markzellen ziemlich viel Stärke.

Zucker. Im ersten Internodium tritt Zucker in Rinde und Epidermis auf, im zweiten auch im Mark. Die Cotyledonen enthalten viel Zucker, auch in der Epidermis. Im Hypokotyl finden sich sehr grosse Massen, vornehmlich im centralen Mark. In der Mitte des Hypokotyls, wo der niedrigste Stärkegehalt, liegt die Hauptmenge des Zuckers. Hier auch im Holz ziemlich viel. In der Rinde ist nur wenig Zucker enthalten, namentlich findet er sich in den peripheren gerbstoffhaltigen Regionen. An der Basis des Hypokotyls ist der Zuckergehalt überall wieder geringer als in der Mitte.

Die Wurzel besitzt nicht viel Zucker; Endodermis und Mark noch am meisten, die Rinde am wenigsten. 50 *mm* unter dem Wurzelhals ziemlich wenig Zucker, aber gleichmässig vertheilt.

Die Hauptmasse des Zuckers liegt also in dem mittleren Theil des Hypokotyls, wo der geringste Stärkegehalt sich zeigt.

## II. Exemplare von Mitte Juni.

### 1. Exemplar vom 12. Juni.

Die Länge des Hypokotyls und der Internodien betrug 35, 13, 10, 27, 2 *mm*, die der Cotyledonen 40 *mm*, der Wurzel 300 *mm* und die Gesammtlänge 400 *mm*. Das erste Internodium war vollständig ausgewachsen, das zweite und dritte nicht. Dieses Exemplar wurde nur auf Stärke und Zucker untersucht.

### 2. Exemplar vom 12. Juni.

Die Länge des Hypokotyls und der Internodien betrug 40 (2,5 *mm* dick), 25, 26, 20, 1 *mm*. Das erste Internodium war fertig ausgebildet, im zweiten waren die Fasern noch nicht verdickt, das dritte war noch im Zustande der Streckung. Dieses Exemplar wurde nur auf Gerbstoff und Zucker untersucht.

Die Wurzel war bis zu einer Länge von 220 *mm* herausgebracht, wo sie noch eine Dicke von 0.8 *mm* besass.

### 3. Exemplar vom 13. Juni.

Die Länge des Hypokotyls und der Internodien betrug 35 (2,2), 20, 25, 21 *mm*.

Die Wurzel war bis zur Länge von 200 *mm* herausgebracht, wo sie eine Dicke von 0,8 *mm* besass. Dieses Exemplar wurde nur auf Stärke und Zucker untersucht.

Die drei untersuchten Exemplare befanden sich in ungefähr gleichem Entwickelungszustand. Sie waren daher mit einander direct vergleichbar, und ihre Befunde konnten deshalb auch unter einander zur Ergänzung dienen.

Die Vertheilung des Gerbstoffs werde ich nach den Untersuchungen an Exemplar 2 schildern, die der Stärke und des Zuckers an Exemplar 1 unter Bezugnahme auf 2 und 3.

Gerbstoff. Im dritten Internodium findet sich Gerbstoff nur in der äusseren primären Rinde und im Mark, in ersterer sehr viel, im letzteren weniger. Im zweiten und ersten Internodium tritt ausserdem der Gerbstoff noch in der secundären Rinde auf, im zweiten in äusserst geringer, im ersten Internodium in etwas stärkerer Concentration. Das Mark enthält im zweiten Internodium auch weniger als im dritten, im ersten fehlt dort der Gerbstoff ganz. Im ersten Internodium findet er sich in der ganzen primären Rinde vertheilt, aber nur in geringen Mengen. Im Hypokotyl treffen wir das typische Verhalten an: in der äusseren primären Rinde viel, der inneren wenig, im Mark sehr wenig. In der secundären Rinde ist auch hier nicht viel vorhanden, aber doch immerhin mehr als in den früheren Stadien (und als in den höheren Internodien). Im

Wurzelhals findet sich der Gerbstoff in der primären Rinde in sehr grosser Menge, in der secundären Rinde wenig, in der Endodermis in grosser Masse, im Mark in sehr geringem Masse.

Die Wurzel wurde nicht eingehender untersucht. Sie enthält nur wenig Gerbstoff. Die Cotyledonen enthalten am meisten Gerbstoff in den Epidermen, weniger im Pallisadenparenchym resp. den subepidermalen Zellschichten, im Ganzen wenig.

Stärke. Das dritte Internodium (Exemplar 1), das sich noch in Streckung befand, enthielt nur in der Stärkescheide viel Stärke, in der primären und secundären Rinde und im Mark dagegen äusserst wenig. Im ersten Internodium, das fertig ausgebildet war, fand sich in der primären und secundären Rinde äusserst wenig, in der Stärkescheide, im innersten Holz und peripheren Mark sehr viel, im centralen Mark sehr wenig Stärke.

Das auf Gerbstoff untersuchte Exemplar (Exemplar 2) weicht hiervon in sofern ab, als es in der primären und der secundären Rinde und im centralen Mark mehr, in dem inneren Holztheil und im peripheren Mark weniger enthält. In der primären Rinde und im centralen Mark war aber doch nur wenig, in der secundären Rinde und der Stärkescheide schon mehr, im inneren Holztheil und peripheren Mark immer noch viel Stärke vorhanden.

Bei diesem Exemplar wurde auch das zweite Internodium, dessen Fasern noch nicht vollständig verdickt waren, untersucht. Es enthält in der äusseren primären Rinde keine Stärke, in der inneren primären Rinde dagegen grosse Massen. In der secundären Rinde fehlte sie, in der Stärkescheide fand sich sehr viel; Holz und Mark waren leer.

Im ersten Exemplar zeigt das Hypokotyl in der primären und secundären Rinde die Stärke in wechselnden Mengen ungleichmässig vertheilt. Die Stärkescheide enthält viel, das Holz im innersten Theil sehr viel, bei Exemplar 2 weniger, bei Exemplar 3 überall sehr viel. Es sind dann namentlich die Markstrahlen, die im äusseren Holzring die grössten Stärkemassen speichern und zwar zeitlich vor den Holzfasern. Im Mark ist namentlich der periphere Theil sehr reich. Im centralen Mark finden sich stärkefreie Zellen. In Exemplar 2 findet sich weniger Stärke, in Exemplar 3 mehr, da dort im centralen Mark erheblichere Massen liegen. Das Stärkemaximum liegt im Wurzelhals. Die secundäre Rinde enthält dort viel, die Stärkescheide nichts, das innere Holz und das Mark sehr viel. In der Wurzel nimmt der Stärkegehalt rasch ab. 50 *mm* unter dem Wurzelhals enthalten Holz und Mark noch mittelviel — in Exemplar 2 viel — 100 *mm* darunter das Holz noch etwas — Exemplar 3 in den ganz wenigen dort noch vorhandenen Markzellen spärliche Mengen. Exemplar 2 enthält 150 *mm* unter dem Wurzelhals noch ein Paar Körnchen im Mark, das sich dort sehr tief hinunterzieht.

200 *mm* resp. 300 *mm* tief ist Stärke nicht mehr anzutreffen. Dasselbe Ergebniss hatten auch Untersuchungen an anderen Wurzeln.

Zucker. Im dritten, noch in Streckung befindlichen Internodium findet sich Zucker nur in der primären und secundären Rinde und auch dort nur in geringen Mengen. Das erste, fertige, Internodium enthält bedeutend mehr und zwar die Hauptmasse in den peripheren Schichten der primären Rinde. Die secundäre Rinde besitzt sehr wenig, Holz und Mark mässige Mengen. Hypokotyl und Wurzel wurden bei einem zweiten Exemplar untersucht, mit vollständig gleichem Resultat. Hypokotyl und Wurzelhals unterscheiden sich vom ersten Internodium nur durch den grösseren Zuckerreichthum des Markes, das sehr viel enthält. Auch findet sich im Wurzelhals in der secundären Rinde etwas mehr Zucker wie im ersten Internodium und im Hypokotyl. Das Zuckermaximum liegt im Wurzelhals. Von dort nimmt der Zuckergehalt nach unten hin sehr schnell ab. Bei Exemplar 1 ist 150 *mm* unter dem Wurzelhals überall nur wenig vorhanden. In Exemplar 2 findet sich 120 *mm* tief überhaupt nichts mehr. In Exemplar 1 tritt 200 *mm* unter dem Wurzelhals in der primären Rinde ein wenig Zucker auf, aber auch noch 300 *mm* tief sind noch geringe Mengen anzutreffen.

Eine Prüfung auf Rohrzucker, die an dem Extract aus zerschnittenen Wurzelstücken angestellt wurde, gab im Wesentlichen ein negatives Resultat.

## III. Exemplare vom 9. und 10. Juli.

Am 9. Juli wurde ein Exemplar (1) auf Gerbstoff geprüft, ein Weiteres (2) auf Stärke und Zucker. Letztere Untersuchung wurde am folgenden Tage an einem dritten stärkeren Exemplare (3) noch einmal vorgenommen und lieferte im Ganzen ähnliche Resultate. Die drei untersuchten Exemplare hatten sämmtlich ihre Winterknospe noch nicht gebildet, jedoch die Cotyledonen bereits verloren. Nur bei einem der in dieser Zeit aus dem Garten geholten Exemplare waren die Cotyledonen noch vorhanden, wenn auch schon theilweise nicht mehr in lebendigem Zustande.

Die Länge des Hypokotyls und der Internodien sowie die des herausgebrachten Wurzelstiels war bei den Exemplaren folgende: Erstes Exemplar: 40, 35, 35, 25, 40, 22, 6,5 + 10,5 = 214 *mm*; 170 *mm*. Zweites Exemplar: 43, 31, 20, 11, 12, 3,5; 240 *mm*. Drittes Exemplar: 40, 30, 30, 35, 35, 25, 4; 200 *mm*. Von Exemplar 1 waren alle Internodien bis auf das fünfte fertig ausgebildet.

Gerbstoff. Der Unterschied im Verhalten des Gerbstoffs gegen den Juni besteht darin, dass eine erhebliche Vermehrung des Gerbstoffgehaltes eingetreten ist, einerseits Zunahme in den bereits

Gerbstoff führenden Geweben, andererseits Neuauftreten in bisher gerbstofffreien Partien und Zellen.

Im fünften Internodium (noch in Streckung) findet sich in der Epidermis sehr viel Gerbstoff. Die subepidermale Schicht und die collenchymatisch verdickten Gewebe stecken zum grössten Theil voll Gerbstoff. In der übrigen primären Rinde treten nur zerstreut Zellen mit Gerbstoff auf. Die secundäre Rinde besitzt nur vereinzelt Gerbstoff haltende Zellen, fast nur in den Rindenstrahlen. Die Stärkescheide enthält ja nie Gerbstoff. Im inneren Holz und im peripheren Mark finden sich einige Zellen mit Gerbstoff, ebenso im Innern des Markes. In den unteren Internodien findet sich eine starke Anreicherung an Gerbstoff in den Zellen der inneren primären Rinde: diese tritt schon im dritten Internodium deutlich hervor. Auch in der secundären Rinde nimmt der Gerbstoffgehalt zu; im ersten Internodium besitzt sie einigermassen erhebliche Mengen.

Dagegen finden sich im zweiten und ersten Internodium in Holz und Mark nur geringe Spuren. Im Hypokotyl besitzt die primäre Rinde noch sehr viel; auch die secundäre Rinde enthält noch mehr wie im ersten Internodium. In der Wurzel zeigt dann die Endodermis sehr viel Gerbstoff. 140 *mm* tief enthält die primäre Rinde, soweit sie noch lebt, viel, sonst ist in der Wurzel nur sehr wenig Gerbstoff vorhanden, der zur Spitze noch dazu sehr rasch abnimmt.

Stärke. Die beiden untersuchten Exemplare 2 und 3 unterscheiden sich derart, dass das stärkere mehr Stärke enthält als das schwächere. Das auf Gerbstoff untersuchte Exemplar stimmt mit dem stärkeren völlig überein. Im ausgewachsenen dritten Internodium enthält die äussere Region der primären Rinde, die collenchymatische Zone, sehr wenig, die innere Region sehr viel Gerbstoff, — gerade umgekehrt in den peripheren Schichten sehr viel, in den inneren nur mittlere Mengen — die secundäre Rinde führt mässige Mengen, die Stärkescheide viel, inneres Holz, Markstrahlen und peripheres Mark gleichfalls viel.

Im zweiten und ersten Internodium ändern sich die Verhältnisse nur in sofern, als in der primären Rinde die Stärkemengen zunehmen — von innen nach aussen in die peripheren gerbstoffreicheren Regionen vordringen — Holz und peripheres Mark weniger enthalten.

Das Stärkemaximum befindet sich im Hypokotyl (im Juni im Wurzelhals!), was namentlich an den stärkeren Exemplaren deutlich hervortritt.

Das schwächere Exemplar besitzt in der äusseren primären Rinde wenig, in der inneren viel, in der secundären Rinde viel, im inneren Holz und im Mark mittelviel bezw. viel Stärke. Das stärkere Exemplar dagegen enthält in der ganzen primären und secundären Rinde sowie im Mark und inneren Holztheil erhebliche Mengen.

In der Wurzel nimmt die Stärke schon vom Wurzelhals an rasch ab, die primäre Rinde, Mark und Holz besitzen noch viel, die secundäre Rinde wenig. 100 *mm* unter dem Wurzelhals finden sich in der secundären Rinde, in Holz und Mark nur geringe Mengen von Stärke, 200 *mm* darunter nur noch im Holz.

Zucker. Die auf Stärke und Zucker untersuchten Exemplare 2 und 3 zeigen in Bezug auf diese Stoffe das schon erwähnte Correlationsverhältniss. Das stärkere Exemplar (3), das mehr Stärke besitzt, enthält dafür viel weniger Zucker als das schwächere (2).

Im dritten Internodium (ausgewachsen) ist mit Ausnahme der im Juli entstandenen Korkschicht und der äussersten primären Rinde recht wenig Zucker vorhanden.

Im zweiten Internodium ist in Kork und Holz ziemlich viel, im Mark sehr wenig, in der primären Rinde etwas, in der secundären Rinde nichts.

Im ersten Internodium ist der Zucker gleichmässiger vertheilt, in der secundären Rinde am wenigsten.

Im Hypokotyl enthalten namentlich das innere Mark, Holz, Kork und primäre Rinde recht viel, die secundäre Rinde wenig.

Im Holz ist der Zucker sehr gleichmässig vertheilt. Das schwächere Exemplar zeigt im Wurzelhals grosse Massen von Zucker im Mark, etwas weniger im Holz, wenig in der secundären Rinde, viel im Kork. Das stärkere Exemplar besitzt dagegen in Holz und Mark nur sehr wenig (dort dafür sehr viel Stärke gespeichert); es hat im Wurzelhals bedeutend weniger Zucker als im Hypokotyl (Maximum), während beim schwächeren Exemplar an beiden Stellen etwa gleiche Mengen sich finden. 100 *mm* unter dem Wurzelhals treten im Holz noch bemerkenswerthe Mengen auf; 200 *mm* tief ist überhaupt kein Zucker mehr vorhanden. In der Wurzel findet also eine rasche Abnahme statt.

## IV. Exemplare vom 15. und 17. October.

Am 15. und 17. October wurde je ein Exemplar auf Stärke und Zucker, am 15. auch eins auf Gerbstoff untersucht. Die Exemplare hatten sämmlich ihre Winterknospe ausgebildet, ihre Blätter waren jedoch noch vollständig grün. Die Längen des Hypokotyls, der Internodien sowie des herausgebrachten Wurzelstiels waren folgende:

Exemplar 1: 50, 20, 25, 32, 39, 24, 12, 16, 23, 17, 3; 340 *mm*. Die Wurzel besass am Wurzelhals eine Dicke von 6 *mm*, 15 resp. 340 *mm*, darunter eine solche von 7 und 1 *mm*.

Exemplar 2: 55, 29, 35, 35, 29, 25, 25, 20, 25, 12; 360 *mm*. Die Wurzeldicke am Wurzelhals betrug 7 *mm*, 25 *mm* darunter 9 *mm* (Maximum).

Exemplar 3: 40, 16, 18, 30, 30, 28, 18, 25, 24, 35, 16, 18, 15, 20, 6 *mm*. Die Wurzel gabelte sich 120 *mm* unter dem Wurzelhals. Neue Wurzeln vorhanden.

Gerbstoff. Im ersten Internodium, Hypokotyl und Wurzelhals ist ziemlich viel Gerbstoff in der primären und secundären Rinde enthalten, in den anderen Geweben weniger. Das Gerbstoffmaximum liegt im Hypokotyl. Es hat gegen früher eine starke Vermehrung des Gerbstoffgehaltes stattgefunden. Namentlich auffallend ist diese in der secundären Rinde. Im Wurzelholz ist nur wenig Gerbstoff; zur Spitze der Wurzel hin zeigt sich eine ganz geringe Zunahme. Jedenfalls ist der Gerbstoffgehalt auch in der Wurzel gestiegen. Etwas Gerbstoffgehalt findet sich in einigen Markstrahlzellen. In der Rinde ist 100 und 200 *mm* unter dem Wurzelhals sehr viel Gerbstoff; weiter nach unten nimmt er ab. 340 *mm* tief sind nur noch mässige Mengen in der Rinde vorhanden. Die Wurzel steckt ganz voll Stärke.

Stärke. Von oben nach unten findet im Stamm eine erhebliche Steigerung des Stärkegehaltes statt. Am Wurzelhals wird ein Querschnitt durch Jod vollständig schwarz gefärbt. Im Stamm ist das Mark verholzt und bis auf wenige Zellen stärkefrei. Sonst enthalten alle Gewebe Stärke. Das Holz führt mehr wie die Rinde. Im vierten Internodium enthalten in der primären Rinde alle Gewebe Stärke, in der secundären nur ein Theil, diese dann aber in sehr bedeutender Concentration.

Im ersten Internodium besitzt die primäre Rinde aber schon sehr viel, die secundäre Rinde namentlich in den Rindenstrahlen. Im Ganzen enthalten überhaupt die Mark- und Rindenstrahlen viel. Die Concentration in den stärkehaltigen Zellen der secundären Rinde und der Rindenstrahlen ist grösser als die der primären Rinde. Die eigentlichen Siebröhren und Geleitzellen enthalten weniger. Das Stärkemaximum liegt im Wurzelhals. Alle Gewebe führen hier Stärke in enormen Massen.

In der Wurzel ist in der Cambiumgegend die Zone der nicht fertigen und noch stärkefreien Holzzellen grösser als im Hypokotyl und im ersten Internodium — dort ist der Ring nur eben angedeutet — und wird gegen die Wurzelspitze hin immer breiter. Das cambiale Wachsthum der Wurzel ist also bei Weitem noch nicht abgeschlossen, während es im Stamm schon erloschen ist.

Die Wurzel enthält sonst überall grosse Massen von Stärke bis auf die äusserste Korkschicht. Im Allgemeinen speichert die Rinde in der Wurzel mehr wie im Stamm. In der Wurzel scheint indessen hier das Maximum der aufzuspeichernden Mengen noch nicht erreicht zu sein. Auch hier sind die meisten Markzellen in der Wurzel noch lebendig und dicht mit Stärke angefüllt. Erst 200 *mm* unter dem

Wurzelhals ist eine Abnahme der Stärke zu constatiren, 300 *mm* tief sind nur noch geringe Mengen vorhanden.

Gegen Juli ist eine ganz gewaltige Zunahme des Stärkegehalts eingetreten. Es ist ungefähr die Zeit des herbstlichen Stärkemaximums erreicht.

Das am 17. October untersuchte Exemplar zeigte ganz ähnliche Verhältnisse.

Zucker. Im Stamm enthält die Rinde am meisten, das Holz wenig. Im Exemplar vom 17. October fand sich im neunten Internodium Zucker im Mark. In der primären Rinde ist immer mehr als in der secundären Rinde. Die Wurzel enthält sehr wenig Zucker. Im ersten Internodium ist sehr deutlich zu sehen, dass die stärkehaltigen Holzfasern sehr wenig oder gar keinen Zucker besitzen. Es findet also eine Zunahme gegen die Spitze des Stammes statt. Gegen die vorigen Monate ist eine entschiedene Abnahme festzustellen. Es ist die Zeit des herbstlichen Zuckerminimums.

## Untersuchung der Spitzenregionen der wachsenden Wurzel.

Am 9. Juli, 17. October und 1. November wurden frische, kräftige Wurzeln auf Zucker und auch auf Stärke geprüft.

### Exemplar 1 vom 9. Juli.

Zucker. Die ersten 2 *mm* am Siebtheil sind frei von Zucker. Dann folgt eine etwa 4—5 *mm* lange Zone, die ziemlich viel Zucker enthält und zwar in der Rinde. Hierauf folgt eine Zone, in der wieder wenig auftritt (ca. 7 *mm*). Dann ist wieder etwas mehr anzutreffen. Weiter hinauf findet sich aber kein Zucker mehr.

### Exemplar 2 vom 17. October.

Die ersten 2 *mm* am Scheitel sind frei von Zucker, die folgenden 8—9 *mm* sehr reich. 7—9 *mm* lang ist sehr wenig, dann wieder mehr anzutreffen.

### Exemplar 3 vom 1. November.

An dem 37 *mm* langen Wurzelstück konnten von der Spitze aus sechs Zonen unterschieden werden.

1. 3 *mm* lang . . . . . ganz frei von Zucker.
2. 4 „ „ . . . . . . überall sehr viel Zucker.
3. 1,5 „ „ . . . . . . Uebergangszone zur zuckerarmen Zone.
4. 5 „ „ . . . ziemlich frei von Zucker.
5. 8 „ „ . . . . . . etwas mehr Zucker.
6. 14 „ „ . . . . . . wieder viel, aber namentlich im Holzkörper.

Stärke. a) Die eben angeführte auf Zucker untersuchte Wurzel (vom 1. November) zeigt folgende Verhältnisse. Die Spitze ist nach Behandlung mit Jod intensiv gefärbt, die Wurzelhaube voll von Stärke. Im Wurzelgewebe tritt die Stärke erst 17 *mm* unter der Spitze

auf. zuerst in der Endodermis und der anstossenden Schicht, dann im Holz.

b) In einer 18 *mm* langen Wurzel enthielt die Wurzelhaube viel Stärke. Dann fanden sich etwa 1 *mm* von der Spitze der Wurzelhaube ziemlich dicht am Ende derselben in der Mitte der Rinde ganz schwache Stärkemengen, ziemlich vertheilt (nur ein bläulicher Schimmer), etwa 1—2,5 *mm* unter der Spitze. Erst 15—17 *mm* unter der Spitze tritt die Stärke in Rinde und Endodermis, dann im Holzkörper in beträchtlicheren Mengen auf.

## Zusammenfassung in Bezug auf Gerbstoff, Stärke und Zucker.

Gerbstoff. Der Same ist frei von Gerbstoff. In den jungen, noch nicht ausgewachsenen Pflanzentheilen ist verhältnissmässig viel Gerbstoff vorhanden, in den fertigen weniger. In der Wurzel ist am wenigsten Gerbstoff enthalten. Im Stamm zeigt sich in den fertigen Theilen eine Zunahme gegen die basalen Partien. Von den Geweben enthält die primäre Rinde am meisten und zwar namentlich die peripheren Theile, die collenchymatisch verdickten Zellen, während die inneren Regionen vorwiegend Stärke führen. Die Stärkescheide enthält im Stamm nur Stärke, nie Gerbstoff, in der Wurzel nur Gerbstoff. Der Uebergang findet in der Gegend des Wurzelhalses auf einer Strecke von etwa 1—2 *mm* statt.

Von Mai bis October ist nun eine erhebliche Zunahme im Gerbstoffgehalt zu verzeichnen, die sich namentlich in den basalen Partien in der Rinde bemerkbar macht. Das Maximum liegt im Hypokotyl. Auch in der Wurzel ist Steigerung des Gerbstoffgehalts eingetreten, doch ist immer noch wenig vorhanden. Die Zunahme zeigt sich sowohl in der Zahl der gerbstoffhaltigen Zellen, wie in der Concentration des Gerbstoffes. Die Zunahme erfolgt namentlich in der primären und secundären Rinde. Die primäre Rinde enthält im Hypokotyl sehr viel, die secundäre weniger. Dennoch ist die Zunahme gerade in der letzteren besonders in die Augen fallend, da sie im Mai ausserordentlich wenig Gerbstoff enthält.

Stärke. In den jüngeren Exemplaren vom Mai findet sich wenig Stärke. In der Wurzel besitzt nur das Mark etwas. Im Stamm enthalten die unausgewachsenen Internodien Stärke namentlich im Mark und in der Stärkescheide, in der primären Rinde weniger. Dort sind auch die peripheren Schichten stark gerbstoffhaltig und deshalb fast ganz stärkefrei.

In den fertigen Internodien findet sich weniger Stärke im Mark, mehr in der Rinde; die Stärkescheide ist immer sehr reich. Gegen Juni und Juli zeigt sich eine beträchtliche Vermehrung des Stärkegehalts. Dann ist auch deutlich zu sehen, dass die Stärke von oben

nach unten zunimmt. Das Maximum lag im Juni im Wurzelhals, im Juli im Hypokotyl. Es enthalten dort sehr viel die primäre Rinde (auch die gerbstoffhaltigen Zellen), die äussere secundäre Rinde, Mark und inneres Holz. Erst in dieser Zeit (Juli) fängt auch die Wurzel an, erhebliche Stärkemengen zu speichern. Es ist die Zeit, in der das Wachsthum der oberirdischen Organe im Wesentlichen abgeschlossen ist.

Im October liegt das Stärkemaximum im Wurzelhals. In der Wurzel sind jetzt gewaltige Massen von Stärke gespeichert worden. Es tritt die Zeit des herbstlichen Stärkemaximums ein.

Die secundäre Rinde hat trotz ihrer grossen Gerbstoffzunahme auch noch grosse Stärkemengen aufnehmen müssen.

Zucker. Der Zucker zeigt sich meist in einiger Entfernung vom Vegetationspunkt. Weiter abwärts scheint er zunächst abzunehmen. In dem eben ausgewachsenen Internodium erreicht er sein Maximum und nimmt dann wieder ab.

Die jungen Pflanzen vom Mai und Juni sind noch relativ reich an Zucker. Bei ihnen zeigt sich eine Zunahme von oben nach unten. Das Maximum liegt im Wurzelhals. Im October, zu einer Zeit, wo sehr wenig Zucker vorhanden ist, sinkt dagegen der Zuckergehalt von oben nach unten. Die grössten Zuckermengen treten in der primären Rinde auf, und zwar in den peripheren (gerbstoffhaltigen) Theilen, dann im Mark und Holz. Auch in der cambialen Wachsthumszone findet sich Zucker (nie Stärke!). In der secundären Rinde ist meist sehr wenig vorhanden, nur im Juli etwas mehr. Die Wurzel führt meist sehr wenig, abgesehen von den jugendlichen Theilen.

Nur im Juli treten auch 100 *mm* tief bemerkenswerthe Zuckermengen auf. Wie schon erwähnt, füllt sich scheinbar erst in dieser Zeit die Wurzel mit Assimilaten. Es sind aber immer doch nur geringe Zuckermassen, und diese lassen gegen October noch überall in Wurzel und Stamm eine beträchtliche Abnahme erkennen. Zur Zeit des Stärkemaximums können wir ein Zuckerminimum feststellen.[1]) Zwischen Mai und Juli ist im Zuckergehalt der einjährigen Pflanzen kein grosser Unterschied. Ein Exemplar (das kräftige, stärkereiche) enthielt allerdings bedeutend weniger Zucker im Juli. Bemerkenswerth ist noch, dass der Kork ausserordentlich grosse Mengen von Zucker speichert, was auch für andere Objecte zutrifft, z. B. *Populus canadensis*, *Carpinus Betulus*, *Pirus prunifolia*, *Fraxinus americana*.

---

1) Vergl. VANDEVELDE: Bijdrage tot de scheikundige physiologie van den stam der boomen. Gent 1895.

## 69. C. Steinbrinck: Zum Oeffnungsproblem der Antheren

Eingegangen am 11. December 1901.

Das Octoberheft der diesjährigen Berichte unserer Gesellschaft enthält (S. 483 bis 488) eine Mittheilung von SCHRODT, die sich, um für die Oeffnungsbewegungen der Antherenklappen die „Schrumpfungstheorie" wenigstens theilweise zu retten, bemüht, einen Gegensatz im Verhalten der frischen, eben gereiften, und der trockenen Staubbeutel aufzustellen. Für den ersten Oeffnungsvorgang der Antheren innerhalb der Blüthe lässt SCHRODT nämlich die Annahme eines Schrumpfungsmechanismus fallen, weil er die dynamischen Zellen derselben safterfüllt und sogar Protoplasma führend gefunden hat. Dagegen hält er hinsichtlich der Bewegungen, die an vertrockneten Staubbeuteln nachträglich auftreten, wenn sie von Neuem wasserdurchtränkt worden sind und dann wieder austrocknen, an der Membranschrumpfung als Ursache fest. Für die erste Auswärtskrümmung der frischen Antheren macht er jedoch nicht, wie KAMERLING und ich, die Cohäsionswirkung des Zellsaftes ihrer fibrösen Elemente, sondern die Herabsetzung des Turgors derselben verantwortlich.

Dieser neue Lösungsversuch ist meines Erachtens völlig verfehlt. Ich könnte seine Widerlegung von anderer Seite stillschweigend abwarten. Da ich mir aber bewusst bin, es mitverschuldet zu haben, wenn man geneigt ist, der sogenannten Schrumpfungstheorie der hygroskopischen Objecte einen erheblich grösseren Geltungsbereich zuzuweisen, als ihr gebührt, so möchte ich durch die nachfolgenden Zeilen, sowie für die Theilnehmer an der Decembersitzung unserer Gesellschaft durch Beifügung einiger erläuternder makro- und mikroskopischer Präparate meinen Theil dazu beitragen, um den verursachten Irrthum möglichst bald wieder zu beseitigen. Zudem erachte ich die Klärung des Antherenproblems darum für wichtig, weil dasselbe seine Lösung in einfachen physikalischen Vorgängen findet, die zwar vorläufig Manchen noch etwas fremdartig anmuthen, denen aber nichts desto weniger innerhalb der Pflanzenwelt in lebenden und todten Geweben ein ausgebreiteter Wirkungskreis zugesprochen werden muss.

Was zunächst die frischen Antheren anbetrifft, so legt SCHRODT ein Hauptgewicht darauf, dass sie, wenn sie innerhalb der Blüthe zum ersten Male den Blüthenstaub entlassen, in den Faserzellen noch lebendes Protoplasma mit dem Zellkern enthalten. Er scheint zu glauben, dass diese Wahrnehmung Anderen entgangen sei. Ich bin

jedoch bereits vor drei Jahren durch Herrn Prof. ROTHERT hierauf aufmerksam gemacht worden, habe jenen Umstand in meinen späteren kurzen Berichten aber gar nicht erwähnt, weil es hinsichtlich der Mechanik der in Rede stehenden Oeffnungsbewegung ohne wesentlichen Belang ist, ob in jenen Zellen ausser dem Zellsaft noch lebendes oder todtes Protoplasma vorhanden, oder ob dasselbe vorher resorbirt worden ist. Erweist es sich doch ferner auch als gleichgiltig, ob die Flüssigkeit im Innern der Faserzellen aus dem ursprünglichen Zellsaft besteht, oder ob sie nach dem Austrocknen der Staubbeutel und erneuter Schwellung durch „fremdes“, von aussen eingedrungenes Wasser ersetzt ist! Wenn SCHRODT meine Behauptung, die Faserzellen der Antheren enthielten beim Aufspringen derselben noch keine Gasblasen, zu meiner Genugthuung bestätigt gefunden hat, warum macht er nun mit dieser Prüfung bei den eben erst gereiften Antheren halt? Hätte SCHRODT meine Angaben über die Contraction der wassererfüllten todten Gewebe auf Seite 169 und 170 der SCHWENDENER-Festschrift, sowie in diesen Berichten, 1899, Seite 103, mehr beachtet, so hätte er die unhaltbare Grenze zwischen frischen und älteren Antheren nicht gezogen und die Turgorabnahme[1]) der ersteren aus dem Spiel gelassen. Wie wenig der lebende Zustand der fibrösen Antherenzellen zum Zustandekommen des normalen Aufspringens ihrer Fächer nöthig ist, ergiebt sich ja auch schon daraus, dass sich reife Staubbeutel, die vor dem Aufspringen in Alkohol getödtet sind, nachher ganz in gewöhnlicher Weise zu öffnen vermögen, wenn man sie austrocknen lässt.

Auch in rein physikalischer Beziehung erweckt die „Turgorhypothese“ SCHRODT's grosses Bedenken. Nach ihr müssten wir die Membranen der fibrösen Antherenzellen vor dem Aufspringen ganz ausserordentlich gedehnt denken, denn ihre Entspannung soll ja erst eintreten, wenn die Klappen stark nach aussen gekrümmt oder gar gerollt sind. Welche Kraft soll es nun aber sein, die die völlig ausgetrockneten Klappen bei erneuter Wasserdurchtränkung (annähernd oder vollständig) in die Form des geschlossenen Faches zurückführt? Die Membranquellung könnte sie doch nur bis zu jenem Gleichgewichtszustand der Entspannung bringen, so dass sich die Fächer nie auch nur halbwegs wieder zu schliessen vermöchten, die Klappen vielmehr auch in Wasser ihre Auswärtskrümmung bewahren müssten.

Jedoch verweilen wir nicht länger bei diesen Bedenken, deren sich SCHRODT wohl zum Theil selbst bewusst gewesen sein wird.

1) Diese hat manchmal allerdings einen gewissen beschränkten Einfluss auf die Form der Antheren, wenn die aufgesprungenen Klappen nach der völligen Imbibition, wie bei *Crocus*, nicht genau zu ihrer ursprünglichen Krümmung zurückkehren. Im Grossen und Ganzen ist die Turgoränderung für unsere Frage nicht von Bedeutung. (Siehe diese Berichte 1900, XVIII, S. 50.)

Wenn er sich trotzdem zu einer solchen Nothhypothese entschlossen hat, so scheint mir, abgesehen von der oben erwähnten Unvollständigkeit seiner Beobachtungen über die Bewegungsvorgänge bei todtem Material, der Hauptanlass zu dieser Stellungnahme der Umstand zu sein, dass er sich nicht in der Lage sieht, die von mir behauptete Faltung oder gar Zerknitterung der fibrösen Antherenzellen als richtig anzuerkennen. Er sagt darüber nämlich: „Ich habe unter meinen zahlreichen Präparaten niemals eins gefunden, bei welchem die trockenen Faserzellen gefaltete oder zerknitterte Wände gehabt hätten". Hier stehen sich also wieder zwei Meinungen über eine Frage der mikroskopischen Wahrnehmung anscheinend diametral gegenüber, ebenso wie in dem Falle, den ich im vorigen Heft dieser Berichte vorgebracht habe; sogar die Streitfrage ist genau dieselbe, wenn sie sich auch auf ein anderes Object bezieht.

In gewissem Sinne könnte mir nun jenes negative Ergebniss SCHRODT's und Anderer, die sich mit der betreffenden Frage beschäftigt haben, zur Befriedigung gereichen. Denn es gewährt mir vielleicht einige Entschuldigung dafür, dass ich bis zum Jahre 1898 einen Theil jener Falten, nämlich die Längsfaltung der Radialwände des fibrösen Antherengewebes ebenfalls übersehen habe und daher in meiner grösseren Antherenarbeit vom Jahre 1895 [1]) zu einem unrichtigen Resultat gekommen bin. Diese Längsfaltung führt nämlich selbstverständlich, wenn die verbogenen dünnen Wandpartien ziemlich ausgedehnt sind, zu einer sehr erheblichen Verkürzung der betreffenden Gewebe, und diese Volumverringerung habe ich damals ausschliesslich der Membranschrumpfung zugeschrieben. So ist die Meinung entstanden, dass jene Membranen einen ganz ausserordentlich hohen Schrumpfungscoefficienten hätten, der sich bis zu etwa 70 pCt. steigern könne. Diese Auffassung ist dann in andere Publicationen übergegangen und hat auch diesmal SCHRODT's Entscheidung beeinflusst. Ich nehme daher die Gelegenheit wahr, sie meinerseits nochmals ausdrücklich zu widerrufen.

Man wird nun sicherlich von mir die Antwort auf die Frage erwarten, warum denn jene Faltung so lange übersehen worden und noch jetzt bestritten ist. Nach meinen Erfahrungen dürfte dies zwei Ursachen haben. Es bedarf, um sich ein klares Bild namentlich von der Zerknitterung der Radialwände zu machen, um so zarterer Schnitte, je stärker diese ist. Denn die Schleifen der dünnen und oft recht schmalen Membranpartien zwischen den Leisten verschwinden für das Auge leicht zwischen den enggepressten Leistendurchschnitten. Bis zum Jahre 1898 war ich nicht in der Lage, von zehn Antheren so dünne Schnitte herzustellen. Sie gelangen mir in mustergiltiger Aus-

1) Grundzüge der Oeffnungsmechanik von Blüthenstaub- und einigen Sporenbehältern. Jahrbuch der Dodonaea, Gent, 1896

führung erst, seit ich mich durch die gütige Vermittelung des Herrn Dr. KOLKWITZ eines regulirbaren Paraffinofens nebst Mikrotom bedienen konnte. Ein zweiter Umstand ist aber wohl im Allgemeinen von noch grösserem Einfluss gewesen. Er erinnert an den Fall des *Tragopogon*-Polsters, den ich im vorigen Hefte dieser Berichte erörtert habe. Es handelte sich dort um gestreckte Zellen, die vorwiegend Längsfalten aufweisen.

Denkt man nun an die verschiedenen Widerstände, die eine Strohmatte der Längs- und der Querfaltung entgegensetzt, so ist es leicht verständlich, dass auch die Griff-, Ring- und U-Zellen der Antheren, über deren Radialwände zahlreiche Leisten in radialer Richtung verlaufen, auf diesen Wänden ganz vorwiegend Falten zeigen, die den Leisten parallel streichen. Aus diesem Grunde müssen sie aber sowohl auf Quer- wie auf radialen Längsschnitten annähernd straff erscheinen; diese Falten können somit nur auf Tangentialschnitten, die senkrecht zu den Radialwänden der Faserzellen geführt sind, mit voller Deutlichkeit zur Anschauung kommen. Ich vermuthe nun, dass das negative Ergebniss der Untersuchung bei meinen Opponenten hauptsächlich darauf beruht, dass sie solche Schnitte durch die trockenen Gewebe nicht angefertigt haben.

Zur bequemen Herstellung solcher Schnitte habe ich bereits früher (diese Berichte 1899 S. 103) die Antherenklappen von *Digitalis purpurea* wegen ihrer ziemlich flachen Form im trockenen Zustande, wegen der Mächtigkeit ihres Fasergewebes und der Derbwandigkeit ihrer Griffzellen besonders empfohlen. Sie eignen sich eben so sehr auch zu Quer- und Radialschnitten. Ich benutze dabei, wie gesagt, Paraffinmaterial, das nach den Vorschriften von STRASBURGER's Practicum (1896) hergestellt ist[1]). Ich bringe die Schnitte sofort auf den Objectträger, setze wiederholt Xylol zu, um das Paraffin zu entfernen, und verdränge dann das Xylol durch wiederholtes Betropfen der Schnitte mit absolutem Alkohol. Dieser treibt in Folge der ungleichen Oberflächenspannung beider Flüssigkeiten das Xylol rund um die Objecte herum nach dem Rande der Glasplatte fort und lässt zugleich die vorher kaum sichtbaren und sehr durchsichtigen Schnitte beim ersten Auftreffen sofort undurchsichtig-grauweiss erscheinen. So bieten sich auch sehr kleine und zarte Schnittstückchen dem Auge sehr deutlich dar und lassen sich leicht nach Wunsch zusammenrücken und gruppiren. Zu ihrer Einschliessung bedecke ich sie nun unmittelbar, nachdem der Alkohol einigermassen abgedunstet ist, mit einem Deckgläschen, das mit der nöthigen Menge geschmolzener Glyceringelatine bestrichen worden ist. Hiermit sind sie zur Beobachtung fertig.

---

1) Die Paraffineinbettung ist übrigens bei gröberen Antheren (*Digitalis*, *Tulipa*, *Fritillaria* etc.) durchaus nicht nöthig. Es genügt, sie für das Schneiden mit dem Rasirmesser auf erwärmtem Siegellack zu befestigen.

Wer solche Schnitte von hinreichender Zartheit untersucht, wird erstaunen, dass die Faltung bei einem so hohen Grade ihrer Ausbildung so lange strittig bleiben konnte. Die Figur 2 auf Tafel VII der SCHWENDENER-Festschrift, in der ich mehrere mässig deformirte Zellen von *Digitalis* im Tangentialschnitt dargestellt habe, giebt noch gar keine Vorstellung von dem Masse der Verschlingung und Verknäuelung, das die Radialwände stellenweise darbieten. Aber auch die Faltung der Tangentialwände tritt auf Quer- und Radialschnitten auf's Deutlichste hervor. Wer das Auge nun an solchen Schnitten geübt hat, wird die Faltung dann auch bei weniger günstigen Objecten (Antheren mit schmaleren und zarteren Falten) deutlich erkennen. Ich verweise auf meine Figuren 1, 2, 3, 4, 9 in der SCHWENDENER-Festschrift, sowie auf Fig. 15, 18, 21, 25 der Dodonaea l. c. und füge meinem Manuscript nur einige *Digitalis*-Präparate zur eventuellen Prüfung durch die Theilnehmer an der Sitzung unserer Gesellschaft bei. Zur Ergänzung dieser mikroskopischen Untersuchungsmethode habe ich mir gestattet, als Gegenstücke noch einige makroskopische Präparate von Antheren beizulegen, an denen es mir gelungen ist, die Membranfaltung (das „Schrumpfeln“) bei der Austrocknung zu verhindern. Sie haben trotz der Membranschrumpfung nahezu ihre volle Grösse und geschlossene Form bewahrt; auch ein Beweis dafür, dass die Membranschrumpfung die Ursache der Oeffnungsbewegungen und der überaus hohen Contraction mancher Antheren nicht sein kann. In früheren Publicationen habe ich bereits gelegentlich hierüber berichtet. Vielleicht dürfte es sich empfehlen, solche Objecte zur Controle der normalen zu benutzen. An Schnitten durch sie wird man die Membranen in der That faltenlos, im Uebrigen aber unverändert finden.

Sollte sich SCHRODT schliesslich noch hinter den letzten Einwand, den er der Cohäsionshypothese gegenüber erhoben hat, verschanzen und erst die Beantwortung der Frage verlangen, warum von den genauer untersuchten Cohäsionsmechanismen nur Farnsporangien und Lebermoosschleudern „Springbewegungen“ ausführen, so würde ich mit der Gegenfrage antworten: Weiss denn Jemand genau, worin die verschiedene Festigkeit von Pappel- und von Teakholz, oder die ungleiche Elasticität von rascher oder langsamer gekühltem Stahl begründet ist? Wenn der Mensch es in der Hand hat, die Elasticitätskräfte eines und desselben Stahlstückes je nach der Wahl des Temperaturgefälles so zu sagen nach seinem Belieben zu modeln, sollte es der Natur verwehrt sein, die Elasticitätsgrenzen verschiedener Membranen derart gegen die im speciellen Fall in Wirkung tretenden Cohäsionskräfte der Zellflüssigkeit abzumessen, dass bei der Unterbrechung des Cohäsionszuges in dem einen Falle ein Zurückschnellen stattfindet, im anderen nicht?

# 70. A. Scherffel: Einige Beobachtungen über Oedogonien mit halbkugeliger Fusszelle.

**(Oedogonium rufescens Wittr., subspec. Lundelli (Wittr.) Hirn, forma oogoniis seriatis, und Oedogonium Virceburgense Hirn.[1])**

Mit Tafel XXXI.

Eingegangen am 17. December 1901.

Genannte *Oedogonium*-Arten gelangten im Frühjahre des Jahres 1889 zwischen *Cladophora*, welche dem Teiche des botanischen Gartens zu Budapest entstammte und die ich in Cultur hielt, zu üppiger Entwickelung. Es gelang mir damals vorzugsweise an *Oedogonium rufescens*[2]) einige interessante Beobachtungen zu machen, welche noch heute einiges Interesse bieten, und welche ich mithin — um einige, an damals angefertigten Präparaten, jetzt nachträglich gemachte, vermehrt — der Vergessenheit entreissen und der Oeffentlichkeit übergeben möchte.

Was damals vor nun mehr als 12 Jahren meine volle Aufmerksamkeit erregte, war die „halbkugelige" Fusszelle, welche heute für eine ganze Reihe von *Oedogonium*-Arten bekannt (vergl. HIRN, Monographie S. 15), für *Oedogonium rufescens* und *Oedogonium Virceburgense* jedoch neu ist.

PRINGSHEIM[3]) war wohl der erste, welcher ein derartiges *Oedogonium* beobachtete und abbildete. Durch die so abweichende Form der Fusszelle irregeführt, wollte er die Annahme machen, es handle sich hier nicht um junge, aus Schwärmsporen hervorgegangene Pflänzchen, sondern um direct gekeimte Oosporen. Später trat JURÁNYI[4]) für

1) Herr Dr. KARL HIRN, der verdienstvolle Verfasser der neuesten, umfassenden Monographie der Oedogoniaceen, hatte die Güte meine ihm zugeschickten Präparate anzusehen und die Bestimmung vorzunehmen, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank sage. Zwar war es ihm nicht möglich, die letztere Art mit „völliger Sicherheit" zu bestimmen; er meint jedoch, dass dieselbe „sehr wahrscheinlich" mit seinem *Oedogonium Virceburgense* (HIRN, Monographie und Iconographie der Oedogoniaceen. Acta Societatis scientiarum Fennicae. Tom. XXVII, pag. 301 n. 174) identisch ist.

2) Der Kürze halber werde ich die oben genannte Form von *Oedogonium rufescens* stets kurzweg als *Oedogonium rufescens* bezeichnen.

3) PRINGSHEIM, N., Beiträge zur Morphologie und Systematik der Algen. Morphologie der Oedogonieen. PRINGSH. Jahrb. für wiss. Bot. I. Bd. 1858, S. 58, Taf. I, Fig. 20, 21; Gesammelte Abhandlungen I. Bd., S. 253, Taf. VI, Fig. 20, 21.

4) JURÁNYI, L., Beiträge zur Morphologie der Oedogonien. PRINGSH. Jahrb. für wiss. Bot., IX. Bd 1873, S. 26.

diese Auffassung ein. Dass diese jedoch für den von ihnen im Auge gehabten Fall, in welchem ein Oogonium oder ein unzweifelhafter Rest eines solchen nicht zu beobachten war, nicht zutreffend ist, sondern dass es sich hier thatsächlich um aus Schwärmsporen hervorgegangene Pflänzchen handelt, dafür sprechen unsere heutigen Kenntnisse über derartige Oedogonien mit halbkugeliger Fusszelle und die im Nachstehenden mitgetheilten Beobachtungen über die Keimung der Zoosporen von *Oedogonium rufescens*.

Die Zoosporen von *Oedogonium rufescens* werden auf die für die *Oedogonium*-Schwärmer wohlbekannte Art gebildet. Erwähnenswerth ist es aber, dass hier schon in den Mutterzellen, welche die Schwärmer bilden, der rothe, strichförmige Augenpunkt des zukünftigen Schwärmers ganz deutlich zu sehen ist. Es sind dadurch die schwärmerbildenden Zellen sehr gut markirt[1]). Besonders scharf trat derselbe hervor, wenn ich mit dem vollen Strahlenkegel des Abbe'schen Beleuchtungsapparates beobachtete, also eine Methode anwendete, welche nachher Ludwig Klein[2]) veröffentlichte. Das Zoosporangium öffnet sich durch einen Kreisriss am oberen Ende der Zelle, und der Schwärmer tritt von einer Blase umschlossen hervor. Die eiförmigen Schwärmer besitzen einen etwas schlanken, stumpf kegelförmigen Mundfleck. Während allgemein der für die Oedogoniaceen-Schwärmer so charakteristische Cilienkranz als an der Grenze vom farblosen Mundfleck und gefärbten Körper entspringend angegeben wird, findet sich hier diesbezüglich eine auffallende Abweichung. Die Cilien entspringen nämlich in der Mitte, am Aequator des farblosen Mundfleckes (Taf. XXXI, Fig. 1).

Kommt der Schwärmer zur Ruhe, so kugelt er sich ab, ändert nachher die Form seines Umrisses (Taf. XXXI, Fig. 2), er besitzt also wohl etwas Amoeboidität. Der Augenpunkt bleibt eine Zeit lang noch erhalten. Dem Substrate sich fest anpressend, plattet er sich an der Fläche, mit welcher er an diesem haftet (wenn dasselbe eben ist) ab, wodurch er die charakteristische, halbkugelige, brotförmige Gestalt erhält. Alsbald von einer Membran umgeben zeigt er meist gerundete Umrisse (Taf. XXXI, Fig. 3*b*).

Auch frei liegende Keimlinge entwickeln keine Haftfortsätze, und so würde man dem zufolge diese rundlichen, manchmal jedoch unregel-

---

1) Die Schwärmer anderer *Oedogonium*-Arten sind in dieser Hinsicht weniger günstig. Strasburger (Zellbildung und Zelltheilung, 3. Aufl. 1880, S. 84) konnte den Augenpunkt erst nach Essigsäureeinwirkung beobachten, und Hirn (l. c. S. 14) bemerkt, dass es ihm nie geglückt sei denselben zu sehen.

2) Klein, L., Vergleichende Untersuchungen über Morphologie und Biologie der Fortpflanzung bei der Gattung *Volvox*. Volvox-Studien, III. Theil, Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. B. V. Bd. 1890, S. 48.

mässigen Zellen eher für irgend eine einzellige Alge, als für das Entwickelungsstadium eines Oedogoniums ansehen (Tafel XXXI, Fig. 3).

Die Zoosporenkeimung eines solchen, mit halbkugeliger Fusszelle versehenen Oedogoniums wurde bisher nur von LEMMERMANN[1]) — für *Oedogonium africanum* Lagh. = *Oedogonium pusillum* Kirchner — geschildert. Da dort einige Details keine befriedigende, bildliche Darstellung gefunden haben und HIRN in seiner Monographie über diesen Punkt nichts bringt, so will ich nun dieselbe insbesondere für *Oedogonium rufescens* schildern und illustriren.

Es verhalten sich die aus Schwärmern hervorgegangenen, membranumhüllten, einzelligen Keimlinge — wie bei *Oedogonium* überhaupt — je nachdem, ob sie an ein Substrat angeheftet sind oder frei im Wasser liegen, verschieden. In der Membran eines festgehefteten Keimlings wird in der Mitte der dem Substrat abgewendeten Fläche, am Scheitel der Wölbung durch einen Kreisriss ein kreisrundes, 4 $\mu$ im Durchmesser haltendes Membranstück (eine „Kappe") herausgeschnitten. Durch die so entstandene Oeffnung wächst nun der Keimling, gleich einer keimenden Pilzspore, zu einem Schlauch aus, den Oedogoniumfaden bildend (Taf. XXXI, Fig. 4). Der runde, flache Deckel wird hierbei von dem hervorwachsenden Faden entweder an seiner Spitze, der er nur lose aufliegt, emporgehoben (Fig. 4, 5*b*) oder wie bei *Bulbochaete*, gleich dem Deckel eines Bierglases, zur Seite geklappt (Fig. 5*a*). Die erste Theilung, welche die Sonderung der ersten cylindrischen Zelle des Fadens von der halbkugeligen Fusszelle zur Folge hat, und wobei die Querwand sich an der Basis der cylindrischen Zelle, genau am Scheitel der Fusszelle bildet, wodurch das Loch, durch welches der Faden hervorwuchs, wieder geschlossen wird, geht demnach — wie es scheint — wie bei *Bulbochaete*, ohne Ringbildung vor sich. Auch das Verhalten des Deckels spricht dafür. Doch kann ich diesbezüglich deshalb keine bestimmte Angabe machen, weil ich seiner Zeit auf diesen Punkt leider nicht geachtet habe[2]).

Die frei im Wasser liegenden Keimlinge hingegen wachsen meist nicht zu Fäden aus, sondern die Zelle gestaltet ihren Inhalt bekanntlich neuerdings zum Schwärmer. Auch hier öffnet sich dann die Zelle,

1) LEMMERMANN, E., Algologische Beiträge (IV—V). Abhandlungen, herausgegeben vom Naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen. XIV. Bd. 1898, S. 502 u. ff. Taf. V, Fig. 3—11.

2) Die kurze Angabe LEMMERMANN's (l. c. S. 506) über diesen Punkt bei *Oedogonium africanum*, welche auch hier Ringbildung angiebt, ist nicht ganz klar; seine Figuren zeigen nichts davon. Es bedarf also dieser Punkt noch eingehenderer Untersuchung und Darstellung.

gleich einem Zoosporangium von *Chytridium xylophilum* Cornu[1]) oder einem Gametangium von *Acetabularia*, mit einem solchen Deckel (Taf. XXXI, Fig. 8) und entlässt durch die Oeffnung den Schwärmer.

Interessant sind jene Fälle, wo der Schwärmer sich unmittelbar vor der Mündung des Sporangiums — wenn der Ausdruck gestattet ist — encystirte und nun hier zum Zoosporangium wurde (Fig. 9).

Die Zoosporen von *Oedogonium Virceburgense* keimen jedenfalls in gleicher Weise (Fig. 6, 7).

Gegen den Sommer 1889 traten bei beiden Arten Oosporen auf. In beiden Fällen sind die Oogonien etwas birnförmig oder niedergedrückt kugelig und treten meist reihenweise, bei *Oedogonium Virceburgense* bis zu acht, hinter einander auf (Fig. 11, 12, 13, 17, 18); doch kommen auch vereinzelt stehende vor (Fig. 14, 21, 10, 16, 17, 19, 20). Die Oeffnungsweise ist in beiden Fällen anscheinend die gleiche; bei *Oedogonium rufescens* ist die Oeffnung ein nicht leicht wahrnehmbarer, etwas supramedianer Spalt, jedoch kein um die ganze Zelle herumgehender Kreisriss (Fig. 21). *Oedogonium Virceburgense* stellt bezüglich der Oogoniumöffnung der Beobachtung noch mehr Schwierigkeiten in den Weg. Die Oogonien von *Oedogonium rufescens* sind etwas grösser als diejenigen von *Oedogonium Virceburgense*, wie denn im Allgemeinen *Oedogonium rufescens* etwas robuster, *Oedogonium Virceburgense* graciler ist.

Abgesehen von der verschiedenen Fadendicke, die bei ersterer Art meist von 4 $\mu$ anhebt und rasch bis zu 6—8 (selbst 10 $\mu$) ansteigt, bei letzterer meist 4 $\mu$ beträgt und über 6 $\mu$ nicht hinausgeht, jedoch in den verschiedenen Theilen des Fadens — zu Folge des eigenthümlichen Wachsthumsverhaltens der oberen Tochterzelle bei der Zelltheilung — verschieden ist, und der schärfer ausgeprägten Capitellirung der oberen Zellenenden bei *Oedogonium Virceburgense*, lassen sich die beiden einander ähnlichen Arten leicht durch die Beschaffenheit der „Kappen" unterscheiden. Bei *Oedogonium rufescens* besitzen die stark verdickten, bisweilen sehr hohen Kappen vielmals getheilter Zellen stets ein oft hoch und schlank kegelförmiges Lumen (Fig. 13, 14, 21); bei *Oedogonium Virceburgense* sind sie stets nahezu ganz mit Membransubstanz ausgefüllt, beinahe ihrer ganzen Länge nach zu soliden Membranpfropfen umgewandelt (Fig. 15)[2]).

1) Diese Chytridiaceae, deren ansehnliche (20—23 $\mu$ breite, 16—34 $\mu$ hohe) zumeist brotförmige und halslose Zoosporangien sich nach meinen eigenen Beobachtungen mit einem kegelförmig gewölbten Deckel von 4 $\mu$ Durchmesser öffnen, gehört also richtigerweise in die Gattung *Chytridium* und weder zu *Rhizidium* (Dangeard) noch zu *Rhizophidium* (vergl. Fischer, A., Phycomycetes in Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland etc. 2. Aufl., I. Bd., Abtheilung IV, S. 98.)

2) Es findet sich also hier die Behauptung Pringsheim's (Gesammelte Abhandlungen I. Bd., S. 210 Anm.), dass die Querwand vielmals getheilter Kappenzellen „niemals" dicker ist als andere Querwände, nicht bestätigt.

Antheridien aufzufinden gelang mir in keinem Falle. In einigen Fällen sass sowohl den Oogonien von *Oedogonium rufescens* (Fig. 11), als auch denjenigen von *Oedogonium Virceburgense* (Fig. 12) ein Gebilde auf, welches man versucht wäre, als einzelliges, halbkugeliges Zwergmännchen zu betrachten. Doch andere Fälle (Fig. 10, 13, 20) zeigen auf das Deutlichste, dass es sich hier um nichts weiter handelt, als um einen, zum Zoosporangium gewordenen und entleerten Keimling. Möglicherweise durch einen, von den Oogonien ausgehenden chemotactischen Reiz angezogen, setzen sich vorzugsweise Schwärmer von *Oedogonium Virceburgense* (seltener solche von *Oedogonium rufescens* (Fig. 10), öfters nicht nur auf die eigenen Oogonien, sondern auch auf diejenigen von *Oedogonium rufescens* fest, und wachsen hier meist zu Fäden aus (Fig. 10, 13, 20); bisweilen wird jedoch der Keimling zum Zoosporangium, wie in den vordem erwähnten Fällen.

Dass es möglicherweise ein chemotactischer Reiz ist, welcher die Schwärmer nach den eigenen und *Oedogonium rufescens*-Oogonien lockt, dafür spricht der Umstand, dass sich an anderen, vegetativen Zellen, beider in Rede stehenden Arten, nie ein Keimling resp. Faden angesetzt fand. Ist diese Annahme zutreffend, dann wäre diese Erscheinung auch deshalb bedeutungsvoll, weil die Anziehung, welche Oogonien sonst nur auf die Spermatozoiden und die bereits geschlechtlich nuancirten Androsporen üben, sich in diesem Fall, bisweilen auch den ungeschlechtlichen Schwärmern (dem Prototype der männlichen Elemente) — selbst denjenigen einer anderen, jedoch wahrscheinlich nahe verwandten Art — gegenüber geltend machen würde. Es wäre dies gewissermassen eine Erscheinung atavistischer Natur. Sie spräche auch für die herrschende und zweifellos richtige Anschauung, nach welcher die Geschlechtszellen aus ungeschlechtlichen (Schwärmern) hervorgegangen, dass insbesondere die Spermatozoiden der Oedogonien wesentlich nichts anderes, als geschlechtlich differenzirte Schwärmsporen sind. Jedoch auch das Ei von *Oedogonium* ist — wie dies schon PRINGSHEIM[1]) scharfsinnig erkannte — als ein umgebildeter Schwärmer zu betrachten; worauf die Contraction des Zellinhaltes bei seiner Bildung, die Homologie des „Befruchtungsschlauches" mit der die Schwärmer, Androsporen und Spermatozoiden umhüllenden Blase und das Auftreten einer farblosen Stelle, des Mund- resp. Empfängnissfleckes, genügend hinweisen. Jedenfalls ist die oogame Befruchtung von *Oedogonium* ohne Schwierigkeit auf die Grundform geschlechtlicher Zeugung, auf die Paarung von Schwärmsporen zurückführbar.

---

1) PRINGSHEIM, N., Ueber Paarung von Schwärmsporen etc. Monatsberichte der kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1869, Gesammelte Abhandl., I. Bd., S. 98.

Andererseits ist aber die Möglichkeit dessen nicht ganz ausgeschlossen, dass sich die Schwärmer nur deshalb an Oogonien festsetzen, weil sie hier eine grössere, geeignetere Fläche zur Anheftung vorfinden. Gegen diese Möglichkeit spricht jedoch der Umstand, dass, wie es scheint, ähnliche Vorkommnisse bei anderen Arten, die grössere Oogonien besitzen, nicht zu beobachten sind. Auch werden solche in den Arbeiten jener Forscher, die sich viel mit Oedogonien beschäftigt haben, weder erwähnt noch abgebildet.

Ich möchte mich der ersterwähnten Anschauung, wonach in dieser Erscheinung eine chemotactische Reizwirkung zu erblicken ist, zuneigen.

Als Substrat diente diesen Oedogonien vorzugsweise die *Cladophora*.

Endlich möchte ich noch einer interessanten Missbildung bei *Oedogonium Virceburgense* gedenken, welche sich auf Taf. XXXI in Fig. 19 dargestellt findet. Ein Oogonium (*o*) war zu einem 13-zelligen, vegetativen Ast (*a*) ausgewachsen, dessen vier oberste Zellen typischer Weise zu dünnen, gestreckten, inhaltsarmen Endzellen ausgebildet sind, der also vollkommen normal differenzirt ist. Zwar ist das Vegetativwerden von Oogonien, das Auswachsen solcher und das Auftreten von Theilungen in solchen, schon von Pringsheim beobachtet worden; doch trat in seinem Fall das Auswachsen in der Richtung des Fadens auf, so dass bloss die Zahl der vegetativen Zellen hierdurch vermehrt wurde (Pringsheim, l. c. Taf. III, Fig. 20; Ges. Abh. Taf. VIII, Fig. 20). In unserem Fall hingegen wuchs das Oogonium in seinem oberen Theile zu einem rechtwinkelig abstehenden Zweig aus. Es kommt auf diese Weise, zwar gänzlich anormal, echte Verzweigung, Astbildung bei einem *Oedogonium* zu Stande. Hierin liegt eigentlich das Besondere unseres Falles. Ein gleiches Vorkommniss, Bildung eines Astes aus Oogonien, wurde hingegen bei *Bulbochaete* wiederholt beobachtet (Pringsheim, l. c. Taf. III, Fig. 21, 22; Gesammelte Abhandl. Taf. VIII, Fig. 21, 22 und Hirn, l. c. S. 26, Taf. LXI, Fig. 378*b*). Doch ist dies hier, wo Verzweigung eine normale Erscheinung ist, weniger wunderlich, als bei den typischer Weise gänzlich unverzweigten Oedogonien.

## Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—20 372 mal, Fig. 21 500 mal vergrössert.

Fig. 1—5 *Oedogonium rufescens* Wittr. subspec. *Lundelli* (Wittr.) Hirn.

Fig. 1. Schwärmspore.

„ 2. Zur Ruhe gekommener, schwach amoeboider? Schwärmer. Augenpunkt erhalten.

Fig. 3. *a.* Membranumhüllter Keimling von unregelmässiger Gestalt. *b.* Festgehefteter, brodförmiger Keimling.

" 4. Soeben zum Faden auswachsender Keimling, das deckelartige, runde Membranstück (die „Kappe") an seiner Spitze emporhebend.

" 5. *a.* Wie Fig. 4, jedoch weiter fortgeschrittenes Stadium; Membrandeckel zur Seite geklappt. *b.* Membrandeckel an der Spitze emporgehoben.

Fig. 6 und 7 *Oedogonium Virceburgense* Hirn.

Fig. 6. Dreizelliger Keimling.

" 7. Dreizelliger Keimling, oberste Zelle sehr inhaltsarm, haarartig gestreckt.

Fig. 8 und 9 *Oedogonium rufescens.*

Fig. 8. Rundliche und etwas unregelmässig gestaltete, nicht angeheftete Keimlinge, welche zu Zoosporangien wurden. Öffnung mittelst Deckel, entleert.

" 9. Vor der Mündung eines Zoosporangiums sich encystirter Schwärmer, zum Zoosporangium geworden und entleert.

" 10. Dreizelliger Keimling (wahrscheinlich von *Oedogonium rufescens*), einem eine reife Oospore enthaltenden Oogonium (*o*) von *Oedogonium Virceburgense* aufsitzend.

" 11. Entleerter, zum Zoosporangium gewordener Keimling (*k*) auf einem Oogonium (*o*) von *Oedogonium rufescens.*

" 12. Derselbe Fall wie Fig. 11, auf einem Oogonium von *Oedogonium Virceburgense.*

" 13. Oogonien führender Faden von *Oedogonium Virceburgense* (*f*), einem Oogonium (*o*) von *Oedogonium rufescens* aufsitzend.

" 14. Oogonium von *Oedogonium rufescens*; alte, stark verdickte „Kappen" vielmals getheilter Zellen.

" 15. Derartige „Kappen" von *Oedogonium Virceburgense.*

Fig. 16—20 *Oedogonium Virceburgense.*

Fig. 16. Spitze eines Fadens mit einzeln stehendem Oogonium. Die zwei gestreckten Endzellen inhaltsarm, haarartig ausgebildet.

" 17. Einzeln stehendes und gereihte Oogonien.

" 18. Acht hinter einander gebildete Oogonien.

" 19. Ein Oogonium (*o*) zu einem normal gebauten Ast (*a*) ausgewachsen. „Echte" Verzweigung. Die übrigen Zellen des Astes sind in der Zeichnung aus räumlichen Rücksichten weggelassen.

" 20. Fünfzelliges Pflänzchen, einem Oogonium (*o*) aufsitzend: oberste Zelle als Haarzelle ausgebildet.

" 21. Oogonium von *Oedogonium rufescens*, eine reife Oospore enthaltend. Oeffnung mit einem Spalt.

## 71. Jakob Herzog: Ueber die Systeme der Festigung und Ernährung in der Blüthe.

Eingegangen am 21. December 1901.

Wenn auch die Phanerogamenblüthe schon oft zum Object anatomischer Untersuchungen ausersehen wurde, so hat man doch bisher noch wenig auf die Correlationen geachtet, welche zwischen den einzelnen Blattkreisen einer Blüthe existiren. Ich habe mir daher die Aufgabe gestellt, nach derartigen Beziehungen zu forschen und zwar vorzugsweise hinsichtlich mechanischer und ernährungsphysiologischer Verhältnisse.

Es möge mir gestattet sein, die wichtigsten Resultate, die sich aus meinen Untersuchungen ergeben haben, hiermit in Kürze mitzutheilen.

Zunächst sollen die **mechanischen Beziehungen** zwischen den verschiedenen Blüthenblattkreisen eine kurze Besprechung erfahren.

Ich verglich in erster Linie actinomorphe Blüthen mit einander und zwar vorab solche, die sich durch das allgemeine Merkmal auszeichnen, dass sie Corollen besitzen, die sich aus freien, benagelten Blättern zusammensetzen. Der Vergleich führte zu einem doppelten Resultate. Einmal hat sich herausgestellt, dass die zwei inneren Blüthenblattkreise regelmässig ohne ausgeprägte mechanische Einrichtungen sind. Es leuchtet das ohne Weiteres physiologisch ein, denn die Staub- und Fruchtblätter der in Rede stehenden Blüthen sind mechanisch immer bis zu einem gewissen Grade geschützt durch die Blüthenhülle. Fernerhin liess sich eine Correlation zwischen den Festigkeitsverhältnissen des Kelches und der Krone auf das Bestimmteste nachweisen. Ich stellte einen Vergleich an zwischen den Blüthen von *Dianthus Caryophyllus*, *Saponaria officinalis*, *Silene nutans*, *Saponaria ocymoides*, *Geranium Robertianum* und *Sinapis arvensis*. Die Corollen waren von *Dianthus* angefangen bis zum letzten Gliede der Reihe allmählich immer stärker, indem die Kronnägel dicker oder kürzer, oder indem die Kronplatten kleiner waren. In derselben Reihenfolge nun, in welcher die Corollen eine grössere Festigkeit aufwiesen, zeigten die Kelchformen eine Schwächung ihres mechanischen Systems. Der Blüthenkelch von *Dianthus Caryophyllus* repräsentirt eine feste Röhre, deren peripherische 5–7 Zellschichten mit Ausschluss der Epidermis und subepidermalen Schicht sich in der basalen Region aus typischen Stereïden zusammensetzen. Im Kelche von *Saponaria officinalis* treten die mechanischen Elemente nicht

mehr in Form einer Röhre auf, sondern in der Gestalt von isolirten Strängen, welche die Mestombündel innen und aussen und sehr oft auch seitlich begleiten. Der Kelch von *Silene nutans* ist auch noch mit Baststrängen verstärkt, doch sind diese hier dünner und zudem nicht so zahlreich, wie im erwähnten *Saponaria*-Kelche. Fast auf Null reducirt ist das Stereom in der Kelchröhre von *Saponaria ocymoides*. Im Kelche von *Geranium Robertianum* ist gar kein typisches mechanisches Gewebe mehr nachweisbar. Ausserdem ist dieser Kelch gegenüber dem von *Saponaria ocymoides* auch deshalb als schwächer anzusprechen, weil er nicht mehr in der Gestalt einer Röhre auftritt, sondern freiblätterig ist. Der ebenfalls freiblätterige Kelch von *Sinapis arvensis* gewährt den übrigen Blüthentheilen noch einen geringeren mechanischen Schutz, als der genannte *Geranium*-Kelch; er steht nämlich regelmässig von der Corolle ab. Auf weitere Einzelheiten im Baue der namhaft gemachten Kelchformen kann hier nicht mehr hingewiesen werden

Der Vergleich zwischen den aufgezählten actinomorphen Blüthen ergab nun das Folgende:

Bei actinomorphen Blüthen mit benagelten Kronblättern ist ein Kleinerwerden der Kronplatten, sowie ein Kürzer- und Dickerwerden der Kronnägel unter sonst ungefähr gleich bleibenden Bauverhältnissen mit einer Schwächung des mechanischen Systems im Kelche verknüpft und umgekehrt.

Meine Untersuchungen weiter ausdehnend stellte ich die Frage: Werden sich auch Beziehungen nachweisen lassen zwischen dem Ausbildungsgrade des mechanischen Systems im Kelche und der Constructionsform der Corolle in dem Sinne, dass eine aus benagelten Blättern bestehende Krone einen Kelch von grösserer Stärke besitzt, als eine röhrenförmige, im Uebrigen aber ähnlich gebaute Corolle? Auf Grund von zwei morphologisch-anatomischen Vergleichen konnte ich die gestellte Frage bejahen und den Satz formuliren:

Kronformen, die sich aus benagelten Blumenblättern zusammensetzen, sind unter sonst ähnlichen Bauverhältnissen mit stärkeren Kelchen combinirt, als Kronröhren, selbst dann, wenn die radiale Dicke der Nägel erheblich grösser ist, als die Wanddicke der verglichenen Kronröhre.

Ganz naturgemäss ergab sich nun auch die Fragestellung, ob auch Beziehungen nachweisbar seien zwischen der mechanischen Ausstattung des Kelches und dem Festigkeitsgrade einer röhrenförmigen Corolle. Ich verglich Blüthen mit einander, deren Kronröhren einen verschiedenen Durchmesser oder eine differente Länge oder eine ungleiche Wanddicke und Querschnittsform aufwiesen und konnte als Ergebniss das Folgende feststellen:

Verschiedene Durchmesser und Längenverhältnisse der Kronröhren, sowie eine differente Querschnittsform und Dicke ihrer Wandung bedingen ceteris paribus ungleiche Festigkeitsgrade der Kelchformen. Untersucht wurden die Blüthen von *Pulmonaria officinalis*, *Symphytum officinale*, *Campanula patula*, *Primula officinalis*, *Primula elatior*, *Rhododendron hirsutum* und andere.

Besonders merkwürdige mechanische Bauverhältnisse konnten bei den Blüthen der Papilionaceen constatirt werden.

Dass bei denselben Correlationen zwischen den Festigkeitsverhältnissen des Kelches und denen der übrigen Blüthentheile existiren, zeigt uns die folgende Tabelle:

| | | |
|---|---|---|
| A.<br>Kelch stets mit typischem Stereom ausgestattet. | *Anthyllis Vulneraria*<br>*Trifolium pratense*<br>*Trifolium repens*<br>*Lathyrus pratensis*<br>*Orobus vernus*<br>*Lotus corniculatus* | Basis der übrigen Blüthentheile schwach, weil dünn und ohne stark entwickeltes oder überhaupt ganz ohne Stereom. |
| B.<br>Kelch regelmässig ohne Stereom. | *Robinia Pseudacacia*<br>*Robinia hispida*<br>*Cytisus Laburnum*<br>*Coronilla Emerus* | Basis der übrigen Blüthentheile stark, weil dicker und mit mechanischem Gewebe besser ausgestattet als in A. |

Diese Verhältnisse näher zu schildern wird die Aufgabe der ausführlichen Abhandlung sein. Hier sei beispielsweise nur darauf hingewiesen, dass die langen, von Baststrängen durchzogenen Kelche von *Anthyllis Vulneraria* und die kurzen, stereomfreien Kelche von *Coronilla Emerus* natürlich für die eingeschlossenen Blüthentheile erheblich verschiedene mechanische Verhältnisse bedingen. Diese aber spiegeln sich im anatomischen Bau dieser Blüthentheile wieder ab.

Von Interesse dürfte noch der Hinweis darauf sein, dass viele Papilionaceen-Kelche in ihrem Aufbau eine „mechanische Symmetrie" aufweisen in dem Sinne, dass nicht alle Partien der Kelchröhre gleich stark sind. Während bei senkrecht herunterhängenden Blüthen (*Robinia Pseudacacia*, *Robinia hispida*, *Cytisus Laburnum*) der Kelch mechanisch radiär construirt ist, weist er bei schief aufwärts oder wagrecht hinausstehenden Blüthen (*Trifolium pratense*, *Orobus vernus*, *Lathyrus pratensis*, *Lotus corniculatus* etc.) eine besonders starke Unterseite auf. Es hängt das wohl damit zusammen, dass die Kelchröhren von herunterhängenden Blüthen durch das Gewicht der die Blüthe besuchenden Insecten (event. auch durch die auf die Corolle fallenden Regentropfen) nicht angegriffen werden, während die Kelche von horizontal gelagerten und schief aufwärts strebenden Blüthen beim Insectenbesuch (und Regenfall) einen einseitigen Angriff erfahren. Im Laufe der Untersuchungen sind mir nun allerdings auch Erscheinungen begegnet, wofür ich eine befriedigende Erklärung nicht zu geben vermag. Ich erinnere bloss an die Thatsache, dass im Kelche

von *Trifolium repens* die obere Seite stärker ist als die untere. Ein Specialfall, welcher einer physiologischen Deutung wieder zugänglicher ist, liegt in den Blüthen von *Anthyllis Vulneraria* vor. Wiewohl dieselben entweder wagrecht hinausstehen oder schief nach oben gerichtet sind, ist ihr Kelch mechanisch radiär construirt. Der Grund hierfür darf wohl darin gesucht werden, dass die Blüthen von *Anthyllis Vulneraria* nicht jene regelmässige Orientirung im Raume einnehmen, wie z. B. die *Trifolium*-Blüthen. Das Vexillum der Krone befindet sich nicht selten statt über dem Schiffchen unterhalb desselben, und sehr oft liegt die morphologische Symmetrieebene der Blüthe parallel zum Horizonte. Setzt sich nun ein Insect auf die Corolle, so wird bald die morphologisch obere, bald die untere Seite und bald eine Seitenwand des Kelches am directesten angegriffen. Vergegenwärtigt man sich so die Art und Weise, wie der Kelch von *Anthyllis Vulneraria* beansprucht wird, so kann dessen radiäre Construction nichts Befremdendes mehr an sich tragen.

Beim Studium der mechanischen Verhältnisse in der Papilionaceenblüthe konnte natürlicher Weise auch das Schiffchen nicht ununtersucht bleiben. Dasselbe wird jedenfalls bei sehr vielen Blüthen anlässlich des Insectenbesuches mechanisch beansprucht. Da es aber in seinem Vordertheile Partien der wichtigsten Blüthenorgane umhüllt, so muss ihm eine hohe Sicherheit gegen jede erhebliche Deformation gegeben sein. In Uebereinstimmung mit dieser Forderung sind denn auch alle Schiffchen, die ich untersucht habe, durch gewisse mechanische Einrichtungen verstärkt. Bald weisen die Schiffchenwände in der Region des Kiels eine grössere Dicke auf als nach oben hin (*Robinia hispida*, *Robinia Pseudacacia*, *Coronilla Emerus*), bald wird der Kiel gegen die Spitze hin von einem Collenchymstrang durchzogen (*Orobus vernus*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* und andere). Im Vordertheil des Schiffchens von *Trifolium pratense* besitzt die Epidermis sehr dicke Tangentialwände und die Aussenwand der subepidermalen Schicht ist ebenfalls sehr dick und nebstdem verholzt. Im Schiffchenvordertheil von *Trifolium repens* verläuft auf jeder Seite des Collenchymstranges noch ein Leitbündel, welches von einer Röhre aus typischen Stereïden umgeben ist u. s. w.

Wenden wir uns nun zur Betrachtung der mechanischen Verhältnisse in den Labiatenblüthen. Ein Vergleich zwischen den Blüthen von *Teucrium montanum* und *Clinopodium vulgare* zeigt, dass auch bei dieser Familie mechanische Beziehungen existiren zwischen dem Ausbildungsgrade des mechanischen Systems im Kelche und der Länge der Corolle. Der Kelch der *Clinopodium*-Blüthe wird von 13 sehr dicken Strängen aus typisch mechanischen Zellen durchzogen, während die Kelchröhre der *Teucrium*-Blüthe verhältnissmässig

spärliche und nicht besonders dickwandige Bastfasern enthält. Als den am nächsten liegenden Grund für diese mechanische Differenz zwischen den zwei Kelchröhren darf man wohl die verschiedenen Längenverhältnisse der zugehörigen Corollen betrachten.

Die Untersuchung der Labiatenblüthen zeigte weiterhin, dass bei ihnen mechanische Elemente im Allgemeinen nur im Kelche vorkommen. Die Krone, sowie die Staub- und Fruchtblätter besitzen in der Regel keine mechanischen Zellen. Im Kelche dagegen treten Stereïden häufig und oft sehr reichlich auf. Sie bilden entweder Belege an den Mestomsträngen, wie das z. B. im Kelch von *Salvia pratensis* der Fall ist, oder sie schliessen sich bloss zum Theil an die Leitbündel an und durchziehen zum Theil die Kelchröhre in Form von mestomfreien Stereomsträngen (*Lamium maculatum*, *Lamium purpureum*, *Galeobdolon luteum* u. s. w.).

Von einer ausführlicheren Schilderung der mechanischen Verhältnisse in den verschiedenen untersuchten Blüthenkategorien muss hier natürlich abgesehen werden. Ich gehe daher noch dazu über, einige Angaben zu machen bezüglich **ernährungsphysiologischer Verhältnisse.** Meine in dieser Hinsicht angestellten Untersuchungen schliessen sich an ein Factum an, welches HABERLANDT in seiner „Physiologischen Pflanzenanatomie“ erwähnt (S. 289). Genannter Forscher weist daselbst auf die Thatsache hin, dass gewisse leitende Gewebe in Blüthenstielen und Inflorescenzachsen oft relativ grössere Dimensionen erreichen, als in vegetativen Stengeln oder Zweigen. Als Grund hierfür wird sicherlich mit Recht die Pollen- und Samenbildung in der Blüthe angegeben.

Meine Untersuchungen erstreckten sich nun nicht auf Vergleichungen von Achsen oder Stielen verschiedenartiger Organe, sondern ich drang in die Blüthe selbst ein und suchte zu erfahren, wie sich die leitenden Gewebe in den einzelnen Blüthenblattkreisen verhalten hinsichtlich ihrer relativen Ausbildung. Zahlreichen Beobachtungen zu Folge konnte ich folgende Sätze aufstellen:

1. In den Leitbündeln des Andröceums und Gynäceums ist die Zahl der Gefässe im Verhältniss zum übrigen Mestom geringer, als in den Bündeln von Kelch und Krone (*Gratiola officinalis, Dianthus Caryophyllus* etc.).

2. Das gesteigerte Leitungsbedürfniss für plastische Stoffe in den zwei inneren Blüthenblattkreisen spricht sich oft nicht bloss durch eine relative Stärke des betreffenden Mestomcomponenten aus, sondern kann auch mächtigere Bündel überhaupt bedingen (*Loranthus* spec., *Saponaria ocymoides* etc.).

3. In den Gefässbündeln der inneren Blüthenblattkreise wird sehr oft der Reichthum an Geweben zur Leitung plastischer Stoffe

hauptsächlich durch eine Vermehrung der Leptom-Elemente verursacht (*Lilium bulbiferum*, *Lilium Martagon* etc.).

Vorstehende drei Sätze erscheinen im Lichte der physiologischen Betrachtung ohne Weiteres leicht verständlich.

Damit möge der Bericht über meine vergleichend-anatomischen Blüthenstudien seinen Abschluss finden. Eine eingehendere Schilderung der erwähnten Verhältnisse wird meine demnächst im Druck erscheinende Abhandlung: „Ueber die Systeme der Festigung und Ernährung in der Blüthe“[1]) bieten.

Botanisches Institut der Universität Freiburg (Schweiz).

---

## 72. G. Haberlandt: Ueber fibrilläre Plasmastructuren.

Mit Tafel XXXII.

Eingegangen am 23. December 1901.

In einer kritischen Besprechung[2]) des bekannten Buches von B. NĚMEC „Die Reizleitung und die reizleitenden Structuren bei den Pflanzen, Jena 1901“ habe ich das Schwergewicht auf die physiologische Seite des Gegenstandes gelegt. In morphologischer Hinsicht glaubte ich die von NĚMEC beschriebenen faserigen Bildungen den „Kinoplasmafasern“ im Sinne STRASBURGER's zur Seite stellen zu sollen; ich habe speciell auf die Möglichkeit hingewiesen, dass die „reizleitenden Fibrillen“ der Wurzelspitzen persistirende und in die Länge gewachsene Spindelfasern sein könnten. Eigene Beobachtungen lagen dieser Vermuthung nicht zu Grunde. NĚMEC hat dieselbe bald darauf in einer Erwiderung[3]) zurückgewiesen. Die Gründe, die er dagegen anführt, muss ich nunmehr für durchaus zutreffend halten.

Um mir über die fraglichen „Fibrillensysteme“ ein auf eigener Anschauung basirendes Urtheil bilden zu können, habe ich seither die Wurzelspitzen von *Allium Cepa*, das Hauptobject der NĚMEC'schen

---

1) Inauguraldissertation. Erscheinend in den „Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Freiburg (Schweiz)“. 1902.

2) Ueber Reizleitung im Pflanzenreich, Biolog. Centralblatt, Bd. XXI, 1901, S. 369 ff.

3) Die Bedeutung der fibrillären Structuren bei den Pflanzen, Biolog. Centralblatt, Bd. XXI, S. 529 ff.

Untersuchungen, einer möglichst genauen Nachuntersuchung unterworfen und bin dabei zu folgendem Ergebniss gekommen.

Vor allem hielt ich es für nöthig, die fraglichen Structuren im lebenden Zustande der Zelle zu beobachten. Längsschnitte durch frische, in Wasser gewachsene Wurzelspitzen wurden in wässeriger 5procentiger Rohrzuckerlösung untersucht. Natürlich dürfen die Schnitte nicht zu dünn sein Da sieht man zunächst in den grossen Pleromzellreihen, die später zu Gefässen werden, sofort die von NĚMEC beschriebenen mächtigen Plasmastränge, welche die Zellen der Länge nach durchziehend die Zellkerne in sich einschliessen. An den Querwänden verbreitern sie sich in der von NĚMEC angegebenen Weise. Bei genügend starker Vergrösserung (z. B. mit REICHERT's Objectiv 8*a*, noch besser mit Objectiv 9) sieht man sehr deutlich, dass diese Stränge eine längsfaserige Structur zeigen, d. h. man sieht langgestreckte Plasmafasern oder Plasmalamellen, die durch lange, spaltenförmige Vacuolen von einander getrennt werden (Fig. 1—3). Dass diese spaltenförmigen, schwach lichtbrechenden, röthlichen Zwischenräume zwischen den stärker lichtbrechenden Plasmafasern thatsächlich Vacuolen[1]) oder Waben sind, lässt sich mit Sicherheit dann erkennen, wenn sie sich stellenweise etwas verbreitern; dies ist namentlich an den Enden der Plasmastränge der Fall, wo NĚMEC ein „pinselförmiges" Auseinanderweichen seiner Fibrillen beobachtet hat. Hier sind die Vacuolen in nächster Nähe der Querwand oft elliptisch verbreitert, während sie sich in dem an Dicke rasch abnehmenden Plasmastrange allmählich zu ganz schmalen Spalten verengern. Zuweilen beobachtet man alle Uebergänge zwischen diesen schmalen Spalten und breiten langgestreckten Vacuolen, welche den Plasmastrang seitlich begleiten (Fig. 1). Wie bereits NĚMEC angegeben hat, ist diese faserige Structur des Plasmastranges continuirlich von einer Querwand der Zelle bis zur andern zu verfolgen. Sie ist also auch rings um den Zellkern oder wenigstens in gewissen Längszonen desselben zu beobachten.

Ob die spaltenförmigen Zwischenräume zwischen den Plasmafasern resp. Lamellen isolirte Vacuolen sind, oder ob sie ein zusammenhängendes System bilden, lässt sich natürlich nicht mit Sicherheit entscheiden. Jedenfalls repräsentirt der Plasmastrang ein Netzwerk oder Lamellensystem mit sehr langgestreckten Maschen, welches principiell von einem gewöhnlichen Plasmakörper mit unregelmässig

1) Ich fasse hier den Begriff „Vacuolen" im weitesten Sinne auf, rechne also auch die Wabenräume des „Alveolarplasmas" (STRASBURGER) dazu, die ja zweifellos durch alle Uebergänge mit den grösseren Zellsafträumen, den Vacuolen im engeren Sinne des Wortes, verbunden sind. Ob der Inhalt der spaltenförmigen Vacuolen im centralen Plasmastrange mit dem der grossen, den Strang seitlich begrenzenden Vacuolen in stofflicher Hinsicht übereinstimmt, lässt sich nicht angeben.

durch den Zellsaftraum gespannten Plasmafäden und Plasmalamellen nicht verschieden ist.

Der die Zelle der Länge nach durchziehende Plasmastrang ist sowie die an ihn sich ansetzenden Querstränge und der Wandbeleg feinkörnig. An dem Wandern der Körnchen sieht man, dass im Plasmastrange Strömungen auftreten, die freilich bei der Empfindlichkeit des Objectes oft sehr bald schon zum Stillstand kommen.

Diese Empfindlichkeit ist auch Ursache, dass die längsfaserige Structur des Plasmastranges oft nur kurze Zeit, einige Minuten lang, deutlich zu beobachten ist. Der Wundreiz führt in der Regel bald zu einer Zerstörung dieser Structur; ihr Beginn lässt sich gewöhnlich in der Nähe der Querwände zuerst beobachten; hier runden sich die elliptisch-spaltenförmigen Vacuolen zu kleinen Tröpfchen ab, das Plasma wird mehr oder minder schaumig. Allmählich erstreckt sich diese Desorganisation auf die übrigen Theile des Plasmastranges, wobei ich es unentschieden lasse, ob die zahlreich auftretenden kugeligen Vacuolen nur durch Abrundung der spaltenförmigen entstehen, oder ob auch neue Vacuolen hinzutreten. Ersatz der Zuckerlösung, in der die Schnitte liegen, durch Wasser beschleunigt das Schaumigwerden des Plasmastranges.

In seinem oben erwähnten Buche giebt NĚMEC an, dass er an Längsschnitten durch Wurzelspitzen von *Allium Cepa*, die er im lebenden Zustande in Wasser oder Hühnereiweiss untersuchte, eine feinere Structur der in Rede stehenden Plasmastränge nicht beobachten konnte. Sie erschienen ihm bloss „verschwommen körnig".[1]) In seiner späteren Mittheilung dagegen[2]) hebt er hervor, dass sich am besten bei Farnen, speciell an den Adventivwurzeln von *Aspidium decussatum*, die Fibrillenbündel in den Pleromzellen mit überraschender Deutlichkeit auch im lebenden Zustande beobachten lassen. Die Fibrillen selbst sind stark lichtbrechend und bilden hier und da anscheinend ein Reticulum. Ich selbst habe die Adventivwurzeln des im Grazer botanischen Garten cultivirten *Aspidium violascens* untersucht und in der That die „fibrilläre Structur" der Plasmastränge sehr deutlich beobachten können. Dieselbe war trotz der Feinheit der Fibrillen noch schärfer ausgeprägt, als wie bei *Allium Cepa*, im Uebrigen aber handelte es sich ohne Zweifel um dieselbe Erscheinung.

Die Thatsache, dass sich die längsfaserige Structur der die Wurzelzellen durchziehenden Plasmastränge auch im lebenden Zustande deutlich beobachten lässt, und dass es sich dabei um Plasmamassen handelt, die sich in strömender Bewegung befinden, lässt die Identificirung der von NĚMEC beschriebenen Structuren mit schon

1) l. c., S. 71, 72.
2) Biolog. Centralblatt, Bd. 21, S. 537.

von anderen Forschern beobachteten Erscheinungen gerechtfertigt erscheinen. In der Litteratur über Plasmastructuren und Plasmaströmungen finden sich nämlich ziemlich zahlreiche Angaben über den faserigen Aufbau strömenden Protoplasmas. So bildet z. B. FROMMANN[1]) die Zelle eines Staubfadenhaares von *Tradescantia* mit centralem Plasmastrange ab, dessen längsfaserige Structur in der Abbildung lebhaft an manche von den NĚMEC'schen Figuren erinnert. In der Erklärung zu dieser Abbildung sagt FROMMANN: „Zelle eines Staubfadenhaares von *Tradescantia* mit erloschener Plasmaströmung. Vom Kern aus erstreckt sich ein breiter Plasmastrang zum anderen Zellende, der sich zu langen, blassen, nicht scharf contourirten, sich theilenden und anastomosirenden Fasern differenzirt hat, welche längliche, schmale Maschen einschliessen." — A. WIGAND[2]) führt an, „dass sich breite Plasmaströme, welche vom Zellkern ausstrahlen, aus vielen feinen, selbständigen, deutlich von einander zu unterscheidenden Strömchen zusammensetzen", (Haare von *Petunia*, Rhizomzellen von *Adoxa*). „Wenn die Strömung still steht, so bleibt eine feine Längsstreifung des Plasmas übrig." In den Wurzelhaaren von *Trianea bogotensis* fand BERTHOLD[3]) nicht selten einen centralen, dickeren Plasmafaden, oder „statt des einen centralen Stranges ein System von solchen, welches eine Anzahl von kleineren Safträumen umschliesst und insgesammt in basipetaler Richtung sich bewegt." — Von H. DE VRIES[4]) wurde beobachtet, dass in jungen Holzgefässen der Blattscheide von *Zea Mays*, welche bereits sehr weit, aber noch ohne Wandzeichnungen sind, das Protoplasma häufig in der Mitte einen breiten Strom bildet, an dessen einem Ende der Kern liegt, während er sich am anderen Ende in feine Zweige vertheilt. Diese Angabe ist deshalb bemerkenswerth, weil aus ihr hervorgeht, dass jene auffallenden centralen Plasmastränge, welche NĚMEC in den zu Gefässen werdenden Pleromzellreihen verschiedener Wurzeln beobachtet hat, auch in den sich entwickelnden Gefässen von Blättern vorkommen. Voraussichtlich werden sie auch in Stengelspitzen zu finden sein, so wie sie NĚMEC ja thatsächlich in den Procambiumsträngen des Halmes von *Phragmites communis* gefunden hat. Ich zweifle auch nicht daran, dass sich in solchen Plasmasträngen hin und wieder eine fibrilläre Structur wird nachweisen lassen

Ein längsstreifiges Aussehen des Protoplasmas verbunden mit

1) C. FROMMANN, Beobachtungen über Structur und Bewegungserscheinungen des Protoplasma der Pflanzenzelle. Jena 1880, Taf. II, Fig. 14.

2) A. WIGAND, Studien über die Protoplasma-Strömung in der Pflanzenzelle, Botanische Hefte. Forschungen aus dem botanischen Garten zu Marburg, 1. Heft, Marburg 1885, S. 178.

3) G. BERTHOLD, Studien über Protoplasmamechanik, S. 120.

4) H. DE VRIES, Ueber die Bedeutung der Circulation etc., Bot. Ztg., 1885, S. 22.

kräftiger Plasmaströmung hat STRASBURGER in wachsenden Pollenschläuchen beobachtet[1]. Zweifellos handelt es sich um dieselbe Erscheinung, wenn NÈMEC neuerdings gefunden hat[2], dass der Plasmastrang, welcher den Zellkern mit der Anlage eines Wurzelhaares verbindet, mitunter faserig gebaut ist.

Sehr bestimmte Angaben über die längsfibrilläre Structur strömenden Protoplasmas macht CRATO, der aber gleich BÜTSCHLI keine wirklichen Fibrillen, sondern längsgestreckte Lamellensysteme als dem mikroskopischen Bilde zu Grunde liegend annimmt[3]. Als Beispiele führt er u. a. die Brennhaare von *Urtica* und die Staubfadenhaare von *Tradescantia* an. Von ersteren sagt er: „In den Strängen ist das System in fliessender Bewegung, weswegen die Structur längsfibrillär erscheint.“ Von letzteren: „An den in fliessender Bewegung befindlichen Theilen des Lamellensystems sind die Waben . . . mehr oder weniger in die Länge gestreckt. Es erscheint in solchen Fällen das Plastinsystem oftmals rein längsfibrillär.“

Diesen Beispielen aus der cytologischen Litteratur möchte ich noch eines auf Grund eigener Beobachtung hinzufügen. An den Schleimhaaren junger Laubblattscheiden von *Tradescantia zebrina* ist die gestreckt keulenförmige Endzelle sehr plasmareich. Von dem ungefähr in der Mitte der Zelle liegenden Kerne erstrecken sich gegen das obere Zellende zu mehr oder minder zahlreiche parallele spaltenförmige Vacuolen, resp. Wabenräume, die an ihrem Ende meist pinselförmig aus einander weichen und sich hier auch meist etwas erweitern (Fig. 8, 9). Man wird so oft lebhaft an die verbreiterten Enden der Plasmastränge in den Pleromzellen der Alliumwurzel erinnert. Das centrale Plasma erscheint demnach ziemlich derb längsfibrillär. Dasselbe lässt sich in dem zwischen Kern und basalem Zellende befindlichen Theile des Protoplasten beobachten. Nur sind hier die Vacuolen meist breitere Spalten. Die Fibrillen resp. Lamellen des Protoplasmas befinden sich in lebhafter Strömung; dabei ändert sich fortwährend das Bild; neue Spalten tauchen auf, andere verschwinden; die anscheinend rein längsfibrilläre Structur weicht einem mehr netzartigen Gefüge und umgekehrt. Zuweilen kommen Anordnungen zu Stande, die mit denen in den Pleromzellen der Alliumwurzeln die grösste Aehnlichkeit haben.

Nach all dem Gesagten ist die längsfibrilläre Structur der centralen Plasmastränge, welche die Pleromzellreihen der Alliumwurzel durchziehen, in morphologischer wie physiologischer Hinsicht das-

---

1) E. STRASBURGER, Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen, Jena 1884, S. 14. Vergl. auch Taf. I, Fig. 20, 21, 28.

2) Biol. Centralbl., Bd. XXI, S. 533.

3) E. CRATO, Beiträge zur Anatomie und Physiologie des Elementarorganismus, Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. VII, S. 490, 491, 500 u. a. O.

selbe Phänomen, wie der schon von früheren Forschern beobachtete längsfaserige Aufbau strömenden Protoplasmas überhaupt. Die genaue Beobachtung der lebenden Objecte lässt keine andere Deutung zu. Die Dicke der Plasmafasern (resp. Plasmalamellen) ist bei den verschiedenen Objecten eine verschiedene, und ebenso ist die Breite der Vacuolenspalten eine wechselnde; im Wesentlichen handelt es sich aber immer um dieselbe Erscheinung.

—

Es frägt sich nun, ob sich mit dieser Auffassung die Bilder in Uebereinstimmung bringen lassen, die man bei der Betrachtung von entsprechend fixirten und gefärbten Mikrotompräparaten sieht? Es wäre ja von vorn herein nicht ausgeschlossen, dass die von NĚMEC an solchen Präparaten beobachteten Fibrillensysteme etwas ganz anderes sind, als die am lebenden Objecte erkennbaren Fibrillenbündel. Das NĚMEC'sche Fibrillensystem könnte ein System für sich sein, das in das am lebenden Objecte erkennbare Fibrillen- oder Lamellensystem gewissermassen eingeschachtelt wäre und wie so manche andere fibrilläre Structuren im Protoplasten erst nach geeigneter Fixirung und Färbung gesehen werden könnte. NĚMEC selbst kann freilich diesen Einwand nach seiner letzten Mittheilung nicht mehr erheben. Denn er legt nun Gewicht darauf, seine Fibrillenbündel auch im lebenden Zustande gesehen zu haben, identificirt also die an fixirten und tingirten Präparaten beobachteten Fibrillensysteme mit jener anscheinend fibrillären Structur, die schon am lebenden Object zu sehen ist.

Ich gehe nun zur Besprechung meiner Mikrotompräparate über. In methodischer Hinsicht habe ich mich möglichst genau an die Angaben von NĚMEC gehalten. Die Wurzelspitzen von *Allium Cepa* wurden in Chromessigsäure oder in NĚMEC'scher Pikrin-Eisessig-Schwefelsäure fixirt, nach 24 stündigem Auswaschen in fliessendem Leitungswasser sehr vorsichtig in bekannter Weise entwässert und durch Chloroform in Paraffin übertragen. Zur Färbung dienten: Paracarmin, Hämalaun, FLEMMING's drei Farben, oder bloss Safranin und Gentianaviolett, HEIDENHAIN's Eisenalaun-Hämatoxylin, Fuchsin S. Die Schnittdicke betrug 5 und 10 $\mu$.

Die erzielten Präparate konnten grösstentheits als vorzüglich gelungen bezeichnet werden. Ich hatte Dank der Freundlichkeit des Herrn Dr. NĚMEC Gelegenheit, sie mit seinen eigenen schönen Präparaten zu vergleichen. Ein nennenswerther Unterschied war nicht wahrnehmbar. Zu erwähnen wäre höchstens, dass in den NĚMEC'schen Präparaten die Fibrillen meist noch zarter waren, als in den meinen; doch kann dies auf der Verschiedenheit der betreffenden Zwiebelrassen beruhen.

Was man an derart fixirten und gefärbten Präparaten sieht, ent-

spricht vollkommen dem, was nach dem Aussehen der lebenden Objecte zu erwarten war (Fig. 4—6). Die centralen Plasmastränge zeigen eine längsfaserige Structur, wie sie von NĚMEC im Allgemeinen beschrieben wird, wenn ich auch die meisten seiner Abbildungen als mehr oder weniger stark schematisirt bezeichnen muss. Obgleich sich, wie bereits NĚMEC hervorhebt, die „Fibrillen“ nicht specifisch färben lassen, so heben sie sich doch durch intensivere Färbung deutlich von der feinkörnigen Grundsubstanz ab, in die sie eingebettet erscheinen. Diese „Grundsubstanz“ kann repräsentirt werden 1. von jenen Wabenwänden, die sich in der „Flächenstellung“ befinden, wobei dann die in der Profilstellung befindlichen Wabenwände die „Fibrillen“ darstellen, oder 2. von feinkörnigen Fällungsproducten, die durch das Fixirungsmittel in den spaltenförmigen Vacuolen des Plasmastranges erzeugt werden. Wahrscheinlich wird das mikroskopische Bild von beiden Momenten bedingt. Wenn ich sonach die „Fibrillen“ im Anschluss an BÜTSCHLI's bekannte Vorstellungen als lang gezogene, im Profil gesehene Wabenwände aufzufassen geneigt bin, so kann ich mir doch auch gut vorstellen, dass trotz des ursprünglich gegebenen Wabenbaues eine wirklich fibrilläre Structur zu Stande kommen kann. Wenn die Wabenwände längs der Kanten, ähnlich wie im Collenchymgewebe die Cellulosewände, stärker verdickt werden, so bildet sich ein „Fibrillensystem“ aus, das zu einem reinen Netzwerk wird, wenn die unverdeckt gebliebenen Partien der Wabenwände resorbirt werden. Es ist nicht einzusehen, weshalb derartiges in wabig gebauten Plasmasträngen nicht vorkommen sollte, da wir ja wissen, dass beim Wachsthum jugendlicher, von zahlreichen isolirten Vacuolen durchsetzter Plasmakörper die Vacuolen mit einander verschmelzen und aus den trennenden Plasmalamellen schliesslich rings vom Zellsaft umspülte Plasmabalken und Plasmafäden werden.

Die einzelnen Fibrillen des centralen Plasmastranges zeigen in meinen Mikrotom-Präparaten ein etwas verschiedenes Aussehen, je nachdem als Einschlussmedium Wasser resp. mit Wasser verdünntes Glycerin oder Canadabalsam verwendet wurde. In ersterem sind sie derber, häufig mehr oder minder torulös aufgetrieben, zuweilen selbst rosenkranzförmig, in letzterem zarter, von glatteren Contouren und gleichmässiger Dicke. Die der Einschliessung in Canadabalsam vorausgegangene Entwässerung und Schrumpfung erklärt zur Genüge dieses verschiedene Aussehen. NĚMEC giebt an, dass durch starke Temperaturerhöhung oder durch den Wundreiz zur Degeneration gebrachte Fibrillen zunächst ein rosenkranzförmiges Aussehen zeigen; doch habe ich, wie erwähnt, eine solche Beschaffenheit der Fibrillen bei Untersuchung in Wasser oder verdünntem Glycerin auch dann beobachtet, wenn alle schädigenden Momente fern gehalten wurden.

Die Wurzeln wurden stets in einer Entfernung von ca. 10 *mm* von der Spitze abgeschnitten und sofort in die Fixirungsflüssigkeit gebracht. Dass die Fibrillen in den betreffenden Präparaten aus irgend einem Grunde „schlecht fixirt“ gewesen wären, war aus dem Grunde nicht anzunehmen, weil in sich theilenden Zellen die Spindelfasern und überhaupt alle Kern- und Zelltheilungsfiguren in typischer Ausbildung zu sehen waren.

Nach NĚMEC verlaufen die Fibrillen, ohne an irgend einer Stelle netzartige Anastomosen zu zeigen, isolirt von einem Ende der Zelle bis zum andern. In allen seinen Figuren, wo er die einzelnen Fibrillen doppelt contourirt eingetragen hat, zeigen dieselben einen geschlängelten Verlauf und kreuzen sich demnach an verschiedenen Stellen (z. B. Taf. I, Fig. 2). Ich halte es nach meinen Beobachtungen bei der Zartheit der Fibrillen für unmöglich, mit Sicherheit zu entscheiden, ob Kreuzungen oder Gabelungen der Fibrillen resp. Anastomosen vorliegen, wenn die Fibrillen in grösserer Anzahl neben einander auftreten. In Wurzeln, welche im Warmhause bei relativ hoher Temperatur (26—30°) rasch gewachsen und eine beträchtliche Länge erreicht hatten, fand ich die Zellen der Vegetationsspitze, speciell die Pleromzellreihen, verhältnissmässig plasmaarm. Die centralen Plasmastränge waren häufig ganz dünn, und hier konnte nun bei der geringen Anzahl der in ihnen verlaufenden Fibrillen mit Sicherheit festgestellt werden, dass zwischen den einzelnen Fibrillen da und dort schräg verlaufende Anastomosen auftreten; namentlich in der Nähe der Zellenden, wo die Fäden pinselartig aus einander weichen und sich zweifelsohne auch verzweigen (Fig. 6). Das ganze „Fibrillensystem“ stellt also ein stark in die Länge gezogenes Maschenwerk vor, wie es auch sonst in strömenden Plasmasträngen (z. B. in den Brennhaaren von *Urtica*) auftritt.

Die Möglichkeit, dass sich verzweigende Fibrillen vorkommen, giebt NĚMEC bereits in seinem Buch (S. 125) für *Cucurbita* zu. In seiner späteren Mittheilung[1]) geht er noch weiter und sagt, dass es sich bei einigen Pflanzen (z. B. *Lonchitis pubescens*, *Calla palustris*) „wirklich um reticuläre (gitterförmige) Structuren“ handle. So dürfte er jetzt selbst kaum mehr mit der gleichen Bestimmtheit wie früher behaupten, dass bei *Allium Cepa* die Fibrillen vollständig isolirt verlaufen.

Da das Fibrillensystem ein Netz- oder Maschenwerk vorstellt, so ist es begreiflich, dass sich die einzelnen Fibrillen in geschlängeltem Verlaufe von einem Ende der Zelle bis zum andern verfolgen lassen.

Besonderes Gewicht legt NĚMEC darauf, dass die einzelnen Fibrillen benachbarter Pleromzellen an den Querwänden einander genau

1) Biolog. Centralblatt, XXI. Bd., S. 537.

correspondiren, obschon er sich an der betreffenden Stelle seines Buches (S. 86) ziemlich vorsichtig äussert. Bei dem Umstande, dass auch bei vorsichtigstem Fixirungs- und Entwässerungsverfahren die Querflächen der meisten Protoplasten mehr oder minder concav eingebogen sind, eine Erscheinung, auf die auch NĚMEC hinweist, ist es nicht leicht, seine Angabe zu prüfen. Hin und wieder trifft man doch auf Querwände, von denen sich die Plasmabelege nicht abgehoben haben. Da sieht man nun allerdings zuweilen, dass eine Fibrille mit einer anderen correspondirt, allein eben so häufig ist das nicht der Fall, so dass ich die genaue Correspondenz als ein kaum befremdliches Spiel des Zufalls betrachten muss. Wenn beiderseits zahlreiche Fibrillen an die Querwände herantreten, so ist es wohl begreiflich, dass einzelne von ihnen mit einander correspondiren.

Bezüglich der feineren Structur der einzelnen Fibrillen nimmt NEMEC an, dass sie aus einer scharf distincten Hülle oder Scheide bestehen, die sich mit Gentiana violett oder blau färbt, und aus der eigentlichen Fibrillensubstanz, welche erythrophil ist. Ich muss gestehen, dass es mir nicht gelungen ist, eine solche Differenzirung wahrzunehmen, obwohl ich es für ganz gut möglich halte, dass die an die Vacuolenspalten angrenzenden Plasmahäute der Fibrillen resp. Längslamellen, gleich der äusseren Plasmahaut des ganzen Protoplasten, ein abweichendes Tinctionsvermögen besitzen. Die stärkere Färbbarkeit der centralen fibrillären Plasmastränge, speciell mit Fuchsin S. ist auch mir aufgefallen. Es wird so die Vorstellung wach gerufen, dass das strömende Plasma der centralen Stränge dem Kinoplasma im Sinne STRASBURGER's verwandt sei.

Da es nicht in meiner Absicht lag, sämmtliche Angaben von NĚMEC näher zu prüfen, so unterlasse ich es, auf seine Befunde betreffs des Periblems und des Dermatogens näher einzugehen. Ich will nur bemerken, dass ich im Periblem wiederholt nur eine einseitige Ausbildung des fibrillären Plasmastranges beobachtet habe, indem derselbe bloss auf einer Seite des Zellkernes entwickelt war, während auf der anderen Seite ein oder zwei dünne Plasmafäden den Zellsaftraum durchsetzten (Fig. 7). Die isolirten Fibrillen in den jüngeren Dermatogenzellen habe ich nicht auffinden können.

---

Da ich nach dem Mitgetheilten die NĚMEC'schen Plasmafibrillen für identisch halte mit den schon von anderen Forschern beschriebenen längsfaserigen Structuren strömenden Protoplasmas, wie sie u. a. auch in Haarzellen zu beobachten sind, so kann ich der Annahme von NĚMEC, dass hier reizleitende Structuren vorliegen, nicht beipflichten — so sehr ich andererseits vom Standpunkt der physiologischen Pflanzenanatomie aus das Verdienst anerkenne, dass sich NĚMEC erworben hat, indem er als Erster die Frage aufgeworfen,

ob nicht auch bei den Pflanzen reizleitende Structuren innerhalb des Protoplasten nachweisbar seien.

Was mag nun die Function jener mächtigen fibrillär gebauten Plasmastränge sein? Wenn man mit H. de Vries in den Plasmaströmungen wichtige Hülfsmittel für den Stofftransport in der Pflanzenzelle erblickt, so kommt man auf die Vermuthung, dass hier Einrichtungen im Dienste der Leitung plastischer Baustoffe vorliegen. Diese Möglichkeit ist übrigens schon von Němec erwogen worden.

## Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—3. Pleromzellen (junge Gefässglieder) aus der Wurzelspitze von *Allium Cepa* im lebenden Zustande. Reichert's Objectiv 9.

„ 4. Pleromzelle mit centralem fibrillären Plasmastrange. Chromessigsäure, Hämalaun, verdünntes Glycerin. Reichert's Objectiv für homogene Immersion 18*b*.

„ 5. Desgleichen. Chromessigsäure, Hämalaun, verdünntes Glycerin; Zeiss' Apochromatobjectiv für homogene Immersion 2,0 *mm*, Apert. 1,30.

„ 6. Langgestreckte Pleromzelle aus der Wurzelspitze einer im Warmhause gewachsenen Pflanze. Pikrineisessigschwefelsäure, Safranin-Gentianaviolett, Canadabalsam. Reichert's Objectiv für homogene Immersion 18*b*.

„ 7. Periblemzelle aus der Wurzelspitze. Pikrineisessigschwefelsäure, Hämalaun, verdünntes Glycerin. Reichert's Objectiv für homogene Immersion 18*b*.

„ 8 und 9. Endzellen von Schleimhaaren von *Tradescantia zebrina* im lebenden Zustande. Reichert's Objectiv 9.

# 73. P. Magnus: Weitere Mittheilung über die auf Farnkräutern auftretenden Uredineen.

Mit Tafel XXXIII.

Eingegangen am 26. December 1901.

In den Atti del Congresso Botanico Internazionale di Genova 1892 zeigte ich, dass *Protomyces (?) filicinus* Niessl eine eigene Gattung repräsentirt, die ich *Uredinopsis* nannte. Später wies STÖRMER in den Botaniska Notiser 1895 nach, dass auf *Struthiopteris germanica* eine zweite Art auftritt, die er *Uredinopsis Struthiopteridis* Störm. nannte. DIETEL beschrieb diese Arten specieller in diesen Berichten 1895, S. 326—331, und fügte noch eine dritte Art *Uredinopsis Pteridis* Diet. et Holway hinzu.

E. ROSTRUP stellte 1897 in der Botanisk Tidsskrift, 21. Bind, 1. Hefte, S. 42, *Uredinopsis Scolopendrii* (Fckl.) Rostr. auf, die er auf *Blechnum Spicant* in Dänemark beobachtet hatte, und zieht dazu die auf *Scolopendrium officinale* und *Asplenium ruta muraria* auftretenden Uredo's, nachdem SCHROETER sie unter dem Namen *Uredo Scolopendrii* (Fckl.) Schroet. in eine Art vereinigt hatte. Und 1899 theilt E. ROSTRUP in der Botanisk Tidsskrift, 22. Bind, 3. Hefte, S. 258 mit, dass er *Uredinopsis filicina* (Niessl) Magn. auf *Lastraea spinulosa* auf Bornholm gefunden hatte[1]).

Es war mir daher sehr interessant, dass Herr Lehrer W. KRIEGER in Königstein in Sachsen eine Uredo auf *Aspidium spinulosum* Sw. in der Sächsischen Schweiz in grösserer Ausdehnung antraf und sie in seinen Fungi saxonici unter Nr. 856 als *Uredo Scolopendrii* (Fckl.) Schroet. ausgab und sie unter demselben Namen in RABENHORST-PAZSCHKE Fungi europaei et extra-europaei unter Nr. 4242 vertheilte. Auf meine Bitte sandte er mir wiederholt reichliches Material zu, wofür ich ihm auch hier noch meinen besten Dank ausspreche.

Die Untersuchung des Pilzes ergab mir in mehrfacher Hinsicht unerwartete Resultate.

Was zunächst die Uredolager betrifft, so zeigten sie einen den mir bekannten Uredolagern von *Uredinopsis*-Arten sehr ähnelnden Bau. Sie bilden sich unter der Epidermis der Unterseite des Blattes Sie sind von einer geschlossenen Peridie oder Pseudoperidie (wie man es nennen will) umgeben, die sich am Scheitel punktförmig öffnet und die darüber gelegene abgehobene Epidermis sprengt (s. Fig. 1). Häufig öffnen sie sich auch unter einer Spaltöffnung (s. Fig. 2). Die Peridie wird gebildet von nach dem Scheitel convergirenden Zellreihen, deren unterste Zellen schlauchförmig verlängert, deren oberste Zellen kurz sind (s. Fig. 1 und 2). Die untersten schlauchförmigen möchten den schlauchförmigen Zellen der Peridie von der Uredo der *Uredinopsis filicina* (Niessl) P. Magn. entsprechen. Zwischen den die Uredosporen abschnürenden Sterigmen wurden keine Paraphysen bemerkt (s. Fig. 1). Die Uredosporen selbst sind oval, mit wechselndem Verhältnisse der Länge zur Breite (s. Fig. 3 und 4). Durchschnittlich zeigten sie sich 29,9 $\mu$ lang und 17,3 $\mu$ breit. Die Uredosporen haben keine Keimporen und zeigen das bei den Uredosporen gewöhnliche warzige Epispor. Sie ähneln daher, wie gesagt, sehr den Uredolagern von *Uredinopsis*-Arten, wofür sie von ROSTRUP und KRIEGER angesprochen wurden und unterscheiden sich wesentlich

1) Es sei hier noch mitgetheilt, dass KOMAROV in JACZEWSKI, KOMAROV, TRANZSCHEL: Fungi Rossiae exsiccati Nr. 278 eine in der Provinz Kirin in der Mandschurei auf *Adiantum* gesammelte *Uredinopsis* vertheilt und als neue Art *Uredinopsis Adianti* Kom. aufgestellt und beschrieben hat.

von den auf *Phegopteris Dryopteris* und *Cystopteris fragilis* auftretenden Uredolagern, zu denen ich an *Phegopteris Dryopteris* und DIETEL später an *Cystopteris fragilis* Teleutosporen nachwiesen, die denen der Gattung *Melampsorella* gleichen, und die ich daher in die Gattung *Melampsorella* stellte.

Um so überraschter war ich, als ich auf dem im November mir zugesandten *Aspidium spinulosum* die zu den beschriebenen Uredolagern gehörigen Teleutosporen auffand und dieselben denen der Gattung *Melampsorella* glichen. Sie werden wie bei *Melampsorella* intracellular in den Epidermiszellen gebildet, und zwar, wie die Uredolager, nur an der Unterseite des Blattes. Das intercellular vegetirende Mycel, an dem ich niemals Haustorien beobachten konnte, durchbohrt die innere Wandung der Epidermiszellen der Blattunterseite, und seine in die Epidermiszellen eingedrungenen Enden schwellen in den Zellen zu den Teleutosporen an, die sich durch eine Scheidewand abtrennen (s. Fig. 6). Diese intracellularen Endzellen zerfallen durch Längswände in vier bis acht und vielleicht noch mehr Zellen (s. Fig. 5 und 8). Diese intracellularen mehrfächerigen Teleutosporen haben eine farblose Wandung und zeigen somit den Charakter der SCHROETER'schen Gattung *Melampsorella*, wie ich ihn etwas erweitert habe in den Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. XVII (1899), S. 341, und in den Abhandl. der Naturhist. Gesellsch. zu Nürnberg, Bd. XIII, S. 19 und 20. Häufig wird nur eine Lage von Teleutosporen in einer Epidermiszelle gebildet. Aber nicht selten wird auch eine zweite Lage Teleutosporen unter der ersten in der Epidermiszelle gebildet, die wenigstens zunächst niedrig bleiben (s. Fig. 7 und 9). Ob sie überhaupt auswachsen und wann das geschieht, kann ich nicht angeben. Ich werde sofort davon sprechen, dass die Teleutosporen, wie die anderer Melampsorellen, sogleich nach ihrer Reife keimen. Aber auch in solchen Epidermiszellen, wo die hohen Teleutosporen der ersten oder äusseren Lage schon alle gekeimt waren, sah ich niemals die niedrigen Teleutosporen der zweiten inneren Lage auswachsen. Sie ähneln sehr der inneren Lage von Teleutosporen, wie ich sie von *Melampsorella Aspidiotus* (Peck) P. Magn. 1895 in diesen Berichten Bd. XIII, S. 286 beschrieben habe und sie auf Taf. XXIII, Fig. 3—6 abgebildet sind.

Im Gegensatze zu dieser *Melampsorella Aspidiotus* und dem häufigsten Verhalten der *Melampsorella Caryophyllacearum* werden, wie schon erwähnt, die Teleutosporen überraschender Weise bereits im Herbste gebildet und keimen sofort nach ihrer Reife im Herbste. Die Keimung bietet nichts Besonderes dar; sie ähnelt vollkommen der von *Melampsorella Aspidiotus* (Peck) P. Magn. Am Scheitel der Teleutospore tritt ein schmaler Fortsatz auf, der die Aussenwandung der Epidermiszelle durchbohrt und aussen zu dem Promycelium an-

schwillt. Das Promycelium biegt sich nach der Epidermis und scheidet auf seiner convexen Aussenseite die Sporidien ab (s. Fig. 10). Ueber den ausgekeimten Teleutosporen sieht man sehr deutlich das Loch in der Aussenwandung der Epidermiszelle, das das hervorsprossende Promycel beim Beginne der Keimung gebildet hatte (s. Fig. 9), und ebenso erkennt man dasselbe leicht von der Fläche.

Die Teleutosporen füllen häufig das Lumen der Epidermiszelle ganz aus, und wird, wie schon erwähnt, sogar eine zweite Lage von Teleutosporen in einzelnen Epidermiszellen gebildet Aber oft treten auch nur einzelne Teleutosporen in einer Epidermiszelle auf (s. Fig. 8), und nicht selten werden in den einen Epidermiszellen Teleutosporen gebildet, während die benachbarten Zellen frei von ihnen bleiben (siehe z. B. Fig. 9). Im Allgemeinen kann in jeder Zelle Teleutosporenbildung stattfinden, sogar in den Schliesszellen der Spaltöffnung, wie das z. B. Fig. 5 zeigt.

Der Pilz stimmt in der Bildung seiner Uredolager und Teleutosporen in den wesentlichsten Zügen mit der typischen *Melampsorella*-Art, auf der die Gattung *Melampsorella* von SCHROETER begründet worden war, überein, und ist daher unbedingt in die Gattung *Melampsorella* zu setzen. Wie ist aber die Art zu benennen?

DE TONI giebt in SACCARDO Sylloge Fungorum omnium hucusque cognitorum Vol. VII, p. 858 als Synonym zu *Uredo Polypodii* (Pers.) DC. eine *Uredo Aspidii* Poll. an. Ich habe im Giornale di Fisica, Chimica, Storia naturale, Medicina ed Arti compilato dal Dott. GASPARE BRUGNATELLI, Tomo IX (Pavia 1816), p. 182, und in C. POLLINI, Flora Veronensis, quam in Prodromum Florae Italiae septentrionalis exhibet (Verona 1822—24), p. 731, gesehen, dass POLLINI seine Art „in stipite et in pagina inferiore frondis *Aspidii fragilis* ejusque varietatis a WILLDENOWIO vocatae *Aspidium Pontederae*“ angiebt, d. h. also auf *Cystopteris fragilis*. DE TONI stellt daher, wie gesagt, mit vollem Rechte den POLLINI'schen Namen als Synonym zu *Uredo Polypodii* (Pers.) DC. Auch sonst habe ich keinen eigenen dieser Form gegebenen Namen oder nähere Beschreibung in der Litteratur gefunden.

Die Art ist daher als eine neue Art zu bezeichnen. Ich nenne sie *Melampsorella Kriegeriana* P. Magn., zu Ehren des Herrn Lehrer W. KRIEGER in Königstein in Sachsen, der mit so grossem Erfolge die Pilzflora Sachsens erforscht hat und stets mit aufopferungsvoller Gefälligkeit mykologische Bestrebungen fördert.

Von dieser *Melampsorella Kriegeriana* und von der *Melampsorella Caryophyllacearum* (DC.) Schroet. unterscheiden sich sehr auffallend die auf *Phegopteris Dryopteris* auftretende *Melampsorella Aspidiotus* (Peck) P. Magn. und die auf *Cystopteris fragilis* auftretende *Melampsorella Polypodii* (Pers.) P. Magn. durch ihre Uredolager und Uredosporen.

Wie ich in diesen Berichten Bd. XIII (1895), S. 287 schon im Gegensatze zur *Uredo Scolopendrii* (Fckl.) Schroet. hervorgehoben habe und l. c. auf Taf. 23, Fig. 6 und 7 abgebildet ist, sind die Uredolager der beiden letztgenannten Arten nicht von einer nur am Scheitel geöffneten Peridie umgeben, sondern ihre Sterigmen und Paraphysen liegen frei unter der aufspringenden Epidermis und sind am Rande von einem Walle von Paraphysen umgrenzt. Ferner sind bei ihnen die Uredosporen mit Keimporen versehen, während die Uredosporen von *Melampsorella Kriegeriana*, wie oben dargelegt, keine Keimporen haben. Ich kann daher diese beiden Arten nicht mehr als Glieder der Gattung *Melampsorella* betrachten und muss sie als Repräsentanten einer neuen Gattung ansehen. Ich nenne diese Gattung *Hyalopsora* (hyaliner Krätzepilz), zu der die zwei Arten *Hyalopsora Aspidiotus* (Peck.) P. Magn. auf *Phegopteris Dryopteris* und *Hyalopsora Polypodii* (Pers.) P. Magn. auf *Cystopteris fragilis* gehören. Meine Gattung *Hyalopsora* unterscheidet sich von der SCHROETER'schen Gattung *Melampsorella* vielleicht in etwas analoger Weise durch ihre Uredo, wie sich meine Gattung *Schroeteriaster* von der DIETEL'schen Gattung *Phacopsora* unterscheidet. Die beiden letzteren Gattungen stimmen auch in ihren Teleutosporencharakteren nahe mit einander überein, während sie sich durch die Charaktere ihrer Uredolager so sehr von einander unterscheiden, dass ich im Gegensatze zu DIETEL *Schroeteriaster* in die Verwandtschaft von *Uromyces* ziehe, während *Phacopsora* eine echte Melampsoree ist. So könnte es sich vielleicht auch später herausstellen, dass *Hyalopsora* mit ihrer von vielen Melampsoreen so abweichenden Uredo einer anderen Verwandtschaftsreihe angehört.

Wenn ich daher zum Schlusse versuche, Beziehungen der nahe verwandten Melampsoreen-Gattungen in Form einer Ableitung von der Gattung *Pucciniastrum* Otth zum Ausdrucke zu bringen, so soll damit nicht diese genetische Verwandtschaft behauptet sein. Dazu sind leider meine Kenntnisse noch zu lückenhaft.

Bei der Ableitung der Gattungen einer Familie von einander hat man selbstverständlich meistens von den typischen in der Familie am meisten verbreiteten Formen zu den abweichenden Gattungen zu gehen. So sind bei den Uredineen — wenigstens in unseren Breiten — die intercellular gebildeten Teleutosporen mit meistens braun gefärbter Membran das Häufigste, das Typische. Ich gehe daher unter den Melampsoreen mit mehrzelligen Teleutosporen von der Gattung *Pucciniastrum* Otth aus, die intercellular ihre mit braun gefärbter Membran versehenen Teleutosporen bildet. Ihre Uredolager sind von einer sich am Scheitel mit einem Ostiolum öffnenden Peridie umgeben. Von *Pucciniastrum* leiten sich einerseits ab *Thecopsora* P. Magn. mit eben solchen Uredolagern und intracellular gebildeten gefärbten Teleutosporen, und *Calyptospora* J. Kühn, mit eben solchen Teleutosporen,

aber ohne Uredolager. Ausserdem unterscheiden sich beide Gattungen sehr bedeutend durch ihre Tracht, die durch den Ort und den Wuchs des die Teleutosporen bildenden Mycels bedingt ist. Andererseits leitet sich von *Pucciniastrum Uredinopsis* ab, die ähnliche Uredolager und intercellulare mehrzellige Teleutosporen mit farbloser Membran hat. Von *Uredinopsis* gelangen wir zu *Melampsorella* mit intracellular gebildeten mehrzelligen Teleutosporen mit farbloser Membran in ganz analoger Weise, wie wir von *Pucciniastrum* zu *Thecopsora* gelangt sind. Weit abseits von *Melampsorella* steht durch ihre abweichenden Uredolager die in den Teleutosporen mit *Melampsorella* übereinstimmende Gattung *Hyalopsora*. Wir werden also folgendes Bild haben:

*Melampsorella* Schroet. — *Hyalopsora* P. Magn.

*Calyptospora* J. Kühn — *Thecopsora* P. Magn. — *Uredinopsis* P. Magn.

*Pucciniastrum* Otth.

Es soll dies, wie nochmals hervorgehoben sei, nur die Beziehungen der Gattungen zu einander andeuten, keineswegs ein Urtheil über genetische Verwandtschaft enthalten. Man könnte z. B. auch *Melampsorella* direct von *Thecopsora* dadurch ableiten, dass die intracellular in den Epidermiszellen gebildeten Teleutosporen farblos werden. Es würde dann zwei Mal an verschiedenen Stellen der Schritt von der gefärbten Membran zu der farblosen Membran der Teleutosporen anzunehmen sein, während wir so zwei Mal den Schritt von der intercellularen zu der intracellularen Bildung der Teleutosporen sich vollziehen lassen. Nur die offenbar nahe Verwandtschaft der *Melampsorella Kriegeriana* zu den *Uredinopsis*-Arten der Farnkräuter liess mich die gewählte Anordnung als Andeutung der Beziehungen der Gattungen zu einander den Vorzug geben. Auch könnten die morphologisch übereinstimmenden Arten der Gattung *Melampsorella* verschiedener Abstammung sein. So könnten die Melampsorellen der Farnkräuter von *Uredinopsis* abstammen, während *Melampsorella Caryophyllacearum* aus einer *Thecopsora* ähnlichen Art hervorgegangen sein könnte.

Die beigegebenen Abbildungen hat Herr Dr. PAUL RÖSELER bei mir nach der Natur gezeichnet.

**Erklärung der Abbildungen.**

Sämmtliche Figuren stellen *Melampsorella Kriegeriana* P. Magn. auf *Aspidium spinulosum* Sw. vom Uttewalder Grunde in der Sächsischen Schweiz dar.

Fig. 1. Längsschnitt des Uredolagers. Vergr. 420.
„ 2. Ansicht der Peridie des Uredolagers von oben. Vergr. 420.
„ 3 und 4. Einzelne Uredosporen. Vergr. 420.
„ 5. Teleutosporenlager von der Fläche gesehen. Vergr. 420.
„ 6. Längsschnitt des ungekeimten Teleutosporenlagers. Vergr. 420.
„ 7. Längsschnitt eines ungekeimten Teleutosporenlagers mit doppelter Lage von Teleutosporen in einer Epidermiszelle. Vergr. 765.
„ 8. Epidermiszellen mit einzelnen ausgekeimten Teleutosporen von der Fläche gesehen. Vergr. 420.
„ 9. Längsschnitt des ausgekeimten Teleutosporenlagers. Vergr. 420.
„ 10. Drei ausgekeimte Teleutosporen mit ihren zum Theil über einander liegenden Promycelien im Längsschnitte. Vergr. 765.

## 74. L. Wittmack und J. Buchwald: Die Unterscheidung der Mandeln von ähnlichen Samen.

Mit Tafel XXXIV.

Eingegangen am 27. December 1901.

In der Pharmacie wird schon längst das echte Mandelöl, welches aus süssen und bitteren Mandeln gewonnen wird, als „Oleum amygdalarum verum“ unterschieden von ähnlichen fetten Oelen, die von verwandten Samen herstammen (und den Namen „Oleum amygdalarum aus sogenannten Pfirsichkernen“ führen). Letztere Oele werden bereitet aus Kernen, die unter dem Namen „Pfirsichkerne“ gehandelt werden, aber selten wirkliche Pfirsichkerne, öfter Kerne von Pflaumenarten bezw. -sorten oder Aprikosenkerne sind. So geben z. B. HAGER, FISCHER und HARTWICH im Kommentar zum Arzneibuch für das Deutsche Reich, Berlin 1891, Bd. I, S. 270 an, dass die im Preise billigeren, unter dem Namen „Pfirsichkerne“ aus Süd-Russland und Ungarn in den Handel gelangenden mandelartigen Samen von *Prunus nana* Jess. und *Prunus persica* Jess. stammen; ferner S. 272, dass die sogenannten „chinesischen Mandeln“ die essbaren Kerne einer Aprikose sind.

Das Arzneibuch für das Deutsche Reich 1900, S. 259 giebt eine einfache und sichere Methode an, beide oben genannten Oele nach ihrem Ursprung zu unterscheiden:

Werden 1 *ccm* rauchende Salpetersäure, 1 *ccm* Wasser und 2 *ccm* Mandelöl bei 10° kräftig durchgeschüttelt, so soll ein weissliches, nicht rothes oder braunes Gemenge entstehen, welches sich nach zwei, höchstens sechs Stunden in eine feste, weisse Masse und eine kaum gefärbte Flüssigkeit scheidet.

Die weisse Masse ist feste Elaïdinsäure, nach der diese Prüfungsmethode die Elaïdinprobe genannt wird. Das Mandelöl aus sogenannten Pfirsichkernen nimmt bei der Elaïdinprobe eine orange bis röthliche Färbung an.

Gegen die von dem Arzneibuche angegebene Form der Elaïdinprobe wenden HAGER, FISCHER und HARTWICH a. a. O. S. 319 ein, dass dieselbe sehr häufig zu Täuschungen führen wird wegen der nicht immer gleichen Beschaffenheit der rauchenden Salpetersäure. Wenn daher das Erstarren des Mandelöles zu der weissen festen Masse nicht stattfindet, so ist das noch lange kein Beweis dafür, dass ein unechtes Mandelöl vorliegt. In solchen Fällen sind noch nachfolgende Proben anzustellen: a) Man bringt in ein Probirrohr 10 *ccm* der gewöhnlichen Salpetersäure, trägt einige Kupferschnitzel ein und schichtet auf die Flüssigkeit 2—3 *ccm* Mandelöl. Nach sechs bis zehn Stunden muss das einer Temperatur von 10° ausgesetzte Oel erstarrt sein. b) Man bringt in einen Reagircylinder 20 *ccm* gewöhnlicher Salpetersäure, 1 *g* Quecksilber und 2—3 *ccm* Mandelöl. Nach sechs bis zehn Stunden muss bei einer Temperatur von 10° die Oelschicht erstarrt sein. Das starre Elaïdin ist weiss, von der Consistenz des Stearins.

Richtig ausgeführt ist die Elaïdinprobe ein sehr werthvolles Hülfsmittel bei der Beurtheilung der Oele.

In neuester Zeit werden besagte Kerne auch den Bäckern und Conditoren als Ersatz für bittere Mandeln angeboten. Dieser Umstand macht es wünschenswerth, ein Unterscheidungsmerkmal zu kennen, welches es eben so sicher ermöglicht, die echten bitteren Mandeln von verwandten Kernen, wie Pfirsiche, Pflaumen und Aprikosen zu trennen, als es bei den Oelen möglich ist.

Ueber die Unterschiede der Samen ist nirgends in der Litteratur etwas zu finden. Hervorzuheben ist, dass Mandeln und Pfirsiche botanisch so nahe verwandt sind, dass man z. B. in den vegetativen Organen und in der Blüthe fast gar keinen Unterschied findet. E. KOEHNE giebt in seiner Deutschen Dendrologie, Stuttgart 1893 als wesentliche Unterschiede an:

S. 314. *Prunus Persica* Sieb. et Zucc. Pfirsichbaum. Blattstiel kürzer als die halbe Breite des Blattes, Blüthen einzeln, selten zu zweien, Fruchtfleisch sehr weich und saftig. Stein unregelmässig tief gefurcht und mit Löchern.

S. 315. *Prunus Amygdalus* Stokes. Gemeiner Mandelbaum.

Blattstiel meist so lang oder länger als die halbe Blattbreite, Blüthen meist zu zweien, selten einzeln, Fruchtfleisch nicht saftig, Steinschale mit Löchern, sonst ziemlich glatt.

Man sieht, dass diese Unterschiede nur geringe sind. Es kommt noch hinzu, dass es eine Varietät der Mandel giebt, *Prunus Amygdalus* var. *persicoides* Seringe, die eine hartfleischige Frucht und einen dem des Pfirsich ähnlicheren Stein hat. Ueberhaupt ist neuerdings die Ansicht vertreten worden, dass der Pfirsich keineswegs von der Mandel zu trennen ist, sondern nichts weiter als eine Culturform der letzteren darstelle, bei welcher die Fruchtschale eine Umbildung erfahren habe. Blattstieldrüsen kommen, wie es uns scheint, bei den Mandeln immer vor, bei den Pfirsichen zwar nicht allgemein, aber häufig. Nach LUCAS (in WITTMACK's Ill. Gartenbaulexicon, 3. Aufl., S. 605) sind die Pfirsichsorten mit Blattstieldrüsen derber im Laub und winterhärter. Nach ihm sind die Pfirsichkerne zwar meist bitter, doch bisweilen auch süss (z. B. bei der Nektarine „Stanwick"). Solche Pfirsiche könnte man dann von den süssen Mandeln, die anderen von den bitteren Mandeln ableiten. Nach FLÜCKIGER, Pharmakognosie, 3. Aufl. 1891, S. 1008 haben die bitteren Mandeln häufig keine Blattstieldrüsen.

In ähnlicher Weise, wenn auch lange nicht so nahe, sind Pflaume und Aprikose mit einander verwandt. Beide nehmen wegen ihrer in der Knospenlage eingerollten Blätter allen anderen Untergattungen der Gattung *Prunus* gegenüber eine besondere Stellung ein. Sie gehören bei KOEHNE a. a. O. S. 315 zur Untergattung *Prunophora*. Diese zerfällt in zwei Sectionen 1. *Euprunus*, echte Pflaumen, Fruchtknoten und Frucht kahl. 2. *Armeniaca*, Aprikosen, Fruchtknoten dicht zottig, Frucht sammetfilzig. Blüthen sitzend oder ihr Stiel kaum länger als der Kelchbecher. Zur ersteren gehört u. a. unsere runde Pflaume. KOEHNE sagt von ihr a. a. O. S. 316. *Prunus insiticia* L. Kriechenpflaume. Blüthen meist zu zwei aus jeder Knospe, Stiele weichhaarig, Frucht kugelig, weichfleischig, süss; Stein wenig zusammengedrückt, nicht löslich.

Ueber die Aprikose schreibt KOEHNE a. a. O. S. 318. *Prunus Armeniaca* L. Gemeine Aprikose. Blüthen fast sitzend, Frucht rundlich, ziemlich gross, gelb mit rother Backe, Stein glatt, löslich, am Rande scharf, Samen süss.

Bei der nahen Verwandschaft dieser Pflanzen lässt sich von vorn herein annehmen, dass die Unterschiede im anatomischen Bau der Samen bei Mandel und Pfirsich einerseits und Pflaumen und Aprikosen andererseits kaum merkliche, zwischen den beiden ersteren und letzteren nur geringe sein werden.

Um die nöthigen Untersuchungen ausführen zu können, war es zunächst nöthig, authentisches Material zu erhalten, was ausserordentlich schwierig war. Die grosse Berliner Drogenhandlung BRÜCKNER,

LAMPE & Co. hatte die Güte, uns Pfirsichkerne, Aprikosenkerne und Mandeln, bittere als auch süsse, zu besorgen. Allein es zeigte sich, dass die angeblichen Pfirsichkerne überhaupt keine solche waren, sondern sicherlich zu einer Pflaume gehörten. Es fanden sich nämlich unter diesen Kernen auch nicht entschälte, welche sich noch in einer unversehrten Steinschale von länglicher platter Form befanden, deren Inhalt genau mit den übrigen angeblichen Pfirsichkernen übereinstimmte. Von uns gekaufte grosse blaue Pflaumen (sog. Aprikosenpflaumen) zeigten genau dieselben Steine und Kerne, wie die angeblichen Pfirsichkerne, so dass wir also mit voller Sicherheit behaupten können, dass die im Handel käuflichen Pfirsichkerne Pflaumenkerne sind, oder wenigstens in diesem Falle Pflaumenkerne waren. Bemerkt sei noch, dass die Firma BRÜCKNER, LAMPE & Co. diese angeblichen Pfirsichkerne uns erst durch Vermittelung eines grossen Hamburger Importeurs besorgt hatte.

Als wir auf diesem Wege nicht in den Besitz von echten Pfirsichkernen kommen konnten, kauften wir selbst Pfirsiche, da eben die Zeit derselben begonnen hatte, und wandten uns auch an hiesige Gärtner, die uns solche lieferten. Leider enthielten zur Zeit unserer Untersuchung fast sämmtliche der geöffneten Pfirsichsteine verkümmerte Samen, meist zwei, seltener einen; diese waren natürlich zu unserem Zweck unbrauchbar. Ob die Verkümmerung nur bei den frühen Pfirsichen so oft vorkommt, müsste noch näher untersucht werden. Dass die Pfirsiche auch bei uns im Allgemeinen ihre Samen gut ausbilden, geht schon daraus hervor, dass z. B. in Werder a. H., bei Potsdam, die meisten Pfirsichbäume aus dort gewonnenen Kernen erzogen werden.

Schliesslich erhielten wir Mitte August 1901 aus dem Garten der Frau C. VEIT in Tegel bei Berlin mehrere Pfirsichkerne, die 1 bis 2 gut ausgebildete Samen enthielten, und endlich Mitte September fanden sich unter den käuflichen Pfirsichen auch einzelne besser ausgebildete Kerne. Im December erhielten wir von der grossen Samenhandlung VILMORIN, ANDRIEUX et Cie. in Paris nicht nur acht Pfirsichsteine mit gut ausgebildeten Samen, sondern auch Steine von Mandeln, Mirabellen, Damascener- und Reineclaudepflaumen.

Das Ergebniss unserer Untersuchung der fraglichen Kerne in makroskopischer und mikroskopischer Beziehung ist nun folgendes:

Die anatomischen Unterschiede im Aufbau der Samenschale bei den Mandeln (süsse und bittere Mandeln zeigen vollständig gleiche Verhältnisse), den Pfirsichen, Pflaumen und Aprikosen sind recht geringe, wie auch die Fig. 6, 7, 12, 13, 18, 19, 25 und 26 lehren.

Die äusserste Zellschicht ist eine Lage grosser dickwandiger Epidermiszellen, welche ursprünglich wohl eine zusammenhängende Schicht bildeten, bei den reifen Samen aber nur noch einzeln oder in

Gruppen zu zwei bis vielen mehr oder weniger dicht verstreut auf der Samenschale sitzen. Diese Zellen veranlassen die sammetartige und doch rauhe, schülferige Oberfläche der vorliegenden Samenarten.

Unter den Epidermiszellen folgt ein dickes Parenchym, dessen Zellen in den äusseren Zelllagen durch Gerbstoff braun gefärbt sind und den Samen die Farbe geben, während sie in den inneren Schichten farblos sind. Die zellige Structur des Parenchyms ist, im Querschnitt gesehen, meist undeutlich, die Zellen sind stark zusammengepresst und vielfach collabiert. Auf Flächenschnitten sieht man aber, dass es aus grossen, 5—6eckigen, flachen Zellen, aus dicht verfilzten Tafelzellen, wie FLÜCKIGER, Pharmakognosie, 3. Aufl., S. 987 richtig sagt, besteht. In dem hellen Theil des Parenchyms führen die Zellen als Inhalt öfters noch Protoplasmareste und Oeltröpfchen. In der Parenchymschicht verlaufen auch viele Gefässbündel. Sie liegen mehr nach aussen (Fig. 6), so dass sie deutlich auf der braunen Schale hervortreten.

Nach innen wird das Parenchym der Samenschale durch eine dünnwandige innere Epidermis (Epithel) abgeschlossen. Dieses Epithel ist sehr schwer zu erkennen. An einer kleinfrüchtigen, bitteren alten Mandel aus Griechenland zeigte es sich aber nach Behandlung mit NaHO und HCl braun gefärbt und hob sich klar ab. In der Flächenansicht sieht dieses lückenlose Epithel, wie auch J. MOELLER, Mikroskopie der Nahrungs- und Genussmittel aus dem Pflanzenreiche, Berlin 1886, S. 237, angiebt und abbildet, wie zerknittert aus.

Zieht man von den in heissem Wasser gebrühten Samen die Samenschale ab, so sieht man auf der Innenseite der Samenschale eine weissliche, mehr oder weniger durchsichtige, sehr dünne Haut, welche der Samenschale angewachsen ist. Im mikroskopischen Querschnitt betrachtet, besteht diese Haut aus zwei hyalinen stark quellbaren Streifen völlig collabirter Zellen, welche durch eine lückenlose Zellschicht fast kubischer inhaltsreicher Zellen getrennt sind. Der äussere hyaline Streifen dürfte als Rest des Eikerns, als Nucellargewebe, anzusehen sein, die kubischen Zellen aber und der innere hyaline Streifen sind entschieden als schwach ausgebildetes Endosperm anzusprechen. Dass diese Schichten nicht mehr zur Samenschale gehören, wird bewiesen durch das Vorhandensein des obengenannten Epithels der Samenschale, welches letztere abschliesst, so dass die fraglichen Schichten zum Innern gehören. Die kubischen Zellen, welche den Kleberzellen bei den Getreidekörnern analog zu stellen sind und welche auch wir so bezeichnen wollen, finden sich auch bei Samen anderer Rosaceen, so bei *Poterium*, *Sanguisorba*, vergl. Abbildungen in C. O. HARZ, Landwirthschaftliche Samenkunde, Berlin 1885, Bd. II, S. 872 und 874, und bei den verwandten Leguminosen, z. B. *Trifolium*, *Medicago*, *Melilotus*, vergl. C. HARZ, a. a. O.

Bd. II, S. 612, 617 u. 624; vergl. ebenda Bd. II, S. 1103 u. a. Ueberhaupt dürfte in vielen Fällen die sog. „Stickstoffschicht" der Samenschale gar nicht zur Samenschale gehören, sondern Endosperm sein. J. MOELLER, Mikroskopie der Nahrungs- und Genussmittel, S. 237, sagt: Das Epithel ist innig verwachsen mit der inneren Samenhaut, und in einer Anmerkung fügt er betreffend dieser von ihm „innere Samenhaut" genannten Schicht hinzu: „Dieses Gewebe erinnert an die Kleberschicht der Gerste. Es ist möglicher Weise ein Endosperm." Die Form der Kleberzellen ist in der Seitenansicht quadratisch bis rechteckig, in der Flächenansicht sind sie grösser, rechteckig bis mehreckig. Gewöhnlich ist nur eine einfache Schicht solcher flachen Schachteln ähnelnden Kleberzellen vorhanden, sehr vereinzelt sieht man in denselben parallel zur Peripherie eine Querwand, so dass an solchen Stellen zwei Kleberzellen über einander liegen, wodurch die Schicht aber nicht dicker wird. Den Inhalt bilden zahlreiche kleine Proteïnkörner, welche das Lumen der Zellen völlig ausfüllen.

Dem Endosperm folgen nach innen die Cotyledonen, deren Gewebe gegen ersteres von einer kleinzelligen Epidermis abgegrenzt ist, welche aber denselben Bau und denselben Inhalt wie die übrigen Parenchymzellen der Cotyledonen zeigt. Der Inhalt besteht aus vielen kleinen Proteïnkörnern und Oeltröpfchen.

---

Wir kehren nun noch einmal zu den obengenannten Epidermiszellen zurück, um deren Bau näher zu erörtern, weil diese Zellen die einzigen Unterschiede für die verschiedenen Samen bieten. Beachtenswerth ist zunächst, dass sie im Verhältniss zu den übrigen Zellen dieser Samen wahre Riesenzellen sind. Ihre verdickten Wände sind verholzt, sie färben sich mit Phloroglucin und Salzsäure intensiv roth, mit Kalilauge behandelt zeigen die Wände eine concentrische Schichtung. Die nach aussen liegenden freien Wände sind meist nur wenig stärker verdickt als die anderen. Die Basal- und die Seitenwände sind von sehr vielen feinen Tüpfeln siebartig durchbrochen. An den Seitenwänden reichen die Tüpfel nur soweit, als die Seitenwände benachbarter Zellen sich berühren. Im oberen Theil der Seitenwände und an den freien Wänden besitzen die Epidermiszellen keine Tüpfel. Das Lumen der Zellen ist sehr gross und mit Luft angefüllt.

Die Ansichten, ob diese von uns Epidermis genannte und als solche aufgeführte Zellschicht eine wirkliche Epidermis ist oder nicht, sind bei den verschiedenen Autoren von einander abweichend.

J. WIESNER, Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, Leipzig 1873, S. 719 sieht in ihnen grosse poröse Zellen mit verholzten Wänden, welche sich entschieden von der innersten Gewebeschicht der Steinschale losgelöst haben A. MAYER in O. DAMMER, Illustrirtes Lexikon

der Verfälschungen, Leipzig 1887, S. 532, zählt ausser diesen Zellen auch noch die braunen Parenchymzellen der Samenschale zu ursprünglichen Bestandtheilen der Steinschale. Gegen die Richtigkeit dieser Auffassung spricht schon allein der Umstand, dass die Zellen der Steinschale nach allen Seiten hin porös getüpfelt sind, während hier an den freien Enden der Schülferschuppen, die in die Höhlung hineinragen, keine Tüpfel vorhanden sind. WIGAND dagegen fasste diese Zellen als kleine, bläschenförmige, sehr dicht stehende Härchen auf, welcher Auffassung sich auch O. BERG, Anatomischer Atlas zur Pharmaceutischen Waarenkunde, Berlin 1865, S. 90, FLÜCKIGER, Pharmakognosie, 3. Aufl., 1891, S. 977 und A. F. W. SCHIMPER, Anleitung zur mikroskopischen Untersuchung der vegetabilischen Nahrungs- und Genussmittel, 2. Aufl., Jena 1900, S. 91 anschliessen, indem sie die Schuppen für Haare erklären.

Zu der Deutung als Haare liegt unserer Meinung nach kein zwingender Grund vor und analoge wirkliche Haarbildungen sind uns nicht bekannt, wohl aber spricht der anscheinend ursprünglich lückenlose Zusammenhang der ganzen Zellschicht an den reifen Samen und die Verbindung der benachbarten Zellen an den Seitenwänden durch Tüpfelkanäle für unsere Deutung als Epidermis. Auch MOELLER fasst sie als solche auf, wenn er sie auch nicht so nennt. S. 237 seiner Mikroskopie der Nahrungs- und Genussmittel sagt er: „Die braune schülfrige Samenhaut besteht zu äusserst aus einer Schicht auffallend grosser (0,12—0,3 *mm* diam.) intensiv gebräunter, derbwandiger und grobporiger Zellen.“

Bei den Mandeln bilden diese grossen verholzten Epidermiszellen in der Seitenansicht, d. h. auf dem Querschnitt durch die Mandeln, gestreckte Rechtecke mit abgerundeten Ecken, die mit einer schmalen Seite dem darunterliegenden Parenchym aufliegen und deren Höhe etwa doppelt so gross als die Breite ist. Von oben gesehen, d. h. im mikroskopischen Flächenschnitt, sind die Epidermiszellen der Mandeln rundlich (Fig. 6 und 7). Die Grösse derselben variirt sehr; die Höhe gemessener Zellen differirte zwischen 136 und 159 $\mu$, die Breite zwischen 69 und 84 $\mu$, jedoch waren bei den schon erwähnten Mandeln aus Griechenland die Zellen im Ganzen niedriger, bei derselben Breite nur $^2/_3$ so hoch als bei anderen von uns untersuchten. J. MOELLER a. a. O., S. 237 giebt die Höhe leider nicht an, sie ist aber besonders wichtig.

Bei den Pfirsichen sind die Epidermiszellen zunächst im Allgemeinen etwas kleiner, in der Seitenansicht sind sie wenig länger als breit. Jedoch französische Pfirsichkerne besassen ebenso grosse und grössere Epidermiszellen als die Mandeln. Vereinzelt haben sie genau dieselbe rechteckige Gestalt wie die der Mandelepidermis, meist aber weichen sie ein wenig ab, indem die Zellen (Fig. 12)

nach dem freien Ende sich verjüngen und die Seitenwände zweier benachbarten Zellen nur in dem basalen Theil sich berühren. In der Flächenansicht bieten die Epidermiszellen der Pfirsiche dasselbe Bild wie die Mandeln (Fig. 13), mitunter sind sie etwas eckiger. Die Längsachse gemessener Zellen hiesiger Pfirsiche betrug 66 bis 87 $\mu$, die Breite 38 bis 59 $\mu$, bei den französischen, deren Samen übrigens nicht grösser waren, bis 165 $\mu$ Höhe und 111 $\mu$ Breite.

Durchgreifende Unterschiede zwischen den Epidermiszellen der Mandeln und Pfirsichkerne sind demnach nicht vorhanden.

Die Epidermiszellen der Pflaumenkerne sind viel kleiner als die der Mandeln und Pfirsiche, und es tritt ein Unterschied zwischen Höhe und Breite kaum noch hervor. Die Zellen sind oft fast kugelig, öfter breiter als hoch, mit stark verdickten Zellwänden versehen (Fig. 18 und 19). Die Höhe ist etwa halb so gross als bei den Mandeln. Die Höhe gemessener Zellen betrug zwischen 48 und 60 $\mu$, die Breite 66 bis 102 $\mu$. In der Flächenansicht sind die Zellen ebenfalls rundlich, oft länglich. — Ganz auffallend stark porös verdickt sind die Epidermiszellen der Reineclauden.

Ganz ähnlich wie bei den Pflaumen in Form und Grösse sind die Epidermiszellen bei den Aprikosen (Fig. 25 und 26). Von der Fläche gesehen sind sie rund bis länglich, wie bei den Pflaumen, in der Seitenansicht öfters breiter als hoch. Gemessene Zellen waren 42 bis 54 $\mu$ hoch und 60 bis 108 $\mu$ breit.

Also auch zwischen Pflaumen- und Aprikosenkernen sind keine Unterschiede im anatomischen Bau der Epidermiszellen vorhanden.

Aus der Beschreibung der Epidermiszellen geht hervor, dass die Unterschiede im Bau derselben zu geringe sind, um für die Praxis, den Handel von Werth zu sein. Botanisch aber zeigen sie, dass Mandeln und Pfirsiche einerseits, und Pflaumen und Aprikosen andererseits in engerer verwandtschaftlicher Beziehung stehen als die beiden ersteren zu den beiden letzteren.

Auch die Zwetsche, *Prunus domestica* L., welche sich durch stark zusammengedrückte Fruchtsteine und Samen von den übrigen leicht unterscheidet, wurde zum Vergleich in die Untersuchung hinein gezogen. Ihre Kerne zeigen genau dieselben anatomischen Verhältnisse der Samenschale wie die Pflaumenkerne, nur sind hier die Epidermiszellen etwas kleiner und noch dickwandiger als bei den meisten Pflaumen, die Reineclauden allein kommen ihnen in der Beziehung, namentlich in der riesigen kappenförmigen Verdickung am freien Ende der Epidermiszellen, gleich.

Da die mikroskopischen Unterscheidungsmerkmale versagen, so bleiben für die Praxis nur die makroskopischen Merkmale, sowie Geschmack und Geruch als Mittel zur Unterscheidung übrig.

Makroskopisch zeigen unsere Kerne nun Folgendes:

## 1. Bittere und süsse Mandeln.

Die Kerne besitzen die bekannte Mandelgestalt, sind breiter als hoch, nicht ganz flach, und der Rand ist fast niemals eine scharfe Kante, sondern bauchig oder wenigstens sanft abgerundet. Die Basis ist breiter; nach der Spitze verjüngt sich die Mandel. Aussen seitlich an der Basis zeigt sich stets deutlich ein grosser kreisrunder bis ovaler Nabelfleck (innerer Nabel, Chalaza) von 3—5 *mm* Durchmesser. Die Oberfläche der Mandelsamen ist braun, sammetartig, rauh, aber etwas glitzernd. Die Gefässbündel treten häufig weniger stark hervor als bei allen übrigen ähnlichen Samen (Fig. 1—5).

Uebergiesst man die Mandeln mit siedendem Wasser, so lässt sich bekanntlich die Samenschale leicht abziehen. Dasselbe ist bei den anderen Samen ebenso der Fall, wie bereits oben bemerkt ist.

Nachdem die Mandeln einige Minuten in dem heissen Wasser gelegen haben, macht sich bei den bitteren Mandeln ein kräftiger bitterlicher Geruch bemerkbar, der für dieselben ausserordentlich charakteristisch ist, und den wir deshalb für das wichtigste Erkennungsmerkmal halten. Bei den süssen Mandeln ist der Geruch ebenfalls kräftig, zeigt aber nicht den unangenehmen süsslichen Nebengeruch, der sich bei den übrigen Kernen bemerkbar macht.

Die abgezogene braune Samenschale ist innen noch von einer feinen, fast farblosen Haut, dem erwähnten Endosperm der Samen überzogen. In nassem Zustande sieht die Schale innen daher gelbbraun bis gelblich weiss aus, getrocknet ändert sich bei den Mandeln das Aussehen kaum. Die Chalaza sieht auf der Innenseite der Samenschale hier wie bei den anderen Kernen tief schwarz aus. Die Consistenz der Samenschale ist fest und lederartig, was man am besten an der nassen feststellen kann.

## 2. Pfirsichkerne.

Die Steine enthalten bald zwei, bald nur einen Samen; die Samen sind im Durchschnitt bedeutend kleiner als bei den Mandeln, höchstens 16 *mm* lang, 10 *mm* breit, 2 *mm* dick. In den Fällen, wo zwei Samen vorhanden sind, ist die Form abhängig von der Platzfrage, daher sind solche oft sehr unregelmässig geformt. Die Durchschnittsform ist aber ein mehr flacher Same, der an beiden Enden verjüngt ist. Der Nabelfleck am basalen Ende ist aussen nicht immer deutlich, auch recht klein, ja im Verhältniss zu dem der übrigen Samen oft verschwindend. Die Ränder der Pfirsichsamen sind nicht bauchig abgerundet, sondern haben mehr oder weniger scharfe Kanten. Hiervon lassen sie sich am besten von gleich grossen Pflaumensamen und kleineren Mandeln unterscheiden (Fig. 8—11).

Gebrüht zeigen sie einen süsslichen Geruch, die Samenschale ist sehr dünn, in der Farbe, trocken und nass, aber wie die der Mandeln.

### 3. Pflaumenkerne.

Die Samen sind kleiner als Mandeln, eiförmig und länglich eiförmig, dickbauchig, zwei Drittel so breit als lang, an den Kanten stets abgerundet, nie scharfkantig. Die Chalaza ist aussen immer deutlich sichtbar, rund, etwa $3^1/_2$ *mm* im Durchmesser (Fig. 14—17).

Nach dem Begiessen mit heissem Wasser entsteht ein süsslicher Geruch, der dem der Aprikosenkerne ähnlich, jedoch nicht so kräftig ist, vorausgesetzt, dass die gleiche Anzahl Samen in beiden Fällen aufgebrüht wird. Bei unseren Versuchen haben wir in einem kleinen Becherglase stets je 7 Samen aufgebrüht mit so viel heissem Wasser, dass die Kerne gerade bedeckt waren. Der Geruch der gebrühten Pflaumenkerne erinnert überhaupt an den Geruch der Pflaumen selbst.

Die losgelöste Samenschale ist sehr dünn, zum Unterschied gegen Mandeln und Aprikosen, aber sonst verhält sie sich, namentlich in der Farbe, wie die Samenschale der Mandeln.

### Aprikosenkerne.

Aprikosenkerne sind ohne Weiteres an der äusseren Gestalt zu erkennen. Sie sind im Verhältniss viel breiter als Mandeln und Pfirsichkerne, etwa so breit wie lang, flach, herzförmig, braun, kaum sammetartig und rauh, sondern mehr glatt. Der Nabelfleck ist zwar vorhanden, aber aussen nicht so scharf umrandet wie bei der Mandel, kleiner und öfters undeutlich (Fig. 20—24).

Nach der Behandlung mit siedendem Wasser entwickelt sich ein süsslicher Geruch, der absolut nicht zu verwechseln ist mit dem Mandelgeruch. Die abgezogene Samenschale ist derb, wie bei den Mandeln, aber innen nicht von einer fast farblosen, sondern von einer weissen, glänzenden Endospermschicht überzogen, welche weder nass, noch trocken die braune Samenschale durchschimmern lässt, so dass die Samenschale innen zum Unterschiede von allen anderen besprochenen Samen glänzend weiss aussieht.

---

Bezüglich des Geschmackes dieser fünf vorliegenden Samenarten ist kurz Folgendes zu sagen: Süsse Mandeln schmecken angenehm süss; bittere sofort, vom ersten Augenblicke an, bitter, und so bis zum Schluss bei weiterem Kauen. Dagegen schmecken alle anderen Kerne zunächst süsslich, später bei weiterem Kauen tritt ein unangenehmer, bitterer Geschmack hervor.

Wenn man bei der Unterscheidung der echten Mandeln von den anderen ähnlichen Kernen davon absehen will, dass man aus ihnen das Oel abpresst (was bei kleinen Mustern schwer auszuführen ist) und

letzteres nach den Angaben des Arzneibuches (siehe oben S. 585) prüft, so ergiebt sich nach unseren Untersuchungen für die Praxis kurz zusammengefasst Folgendes:

1. Mandeln lassen sich am besten am Geschmack und, mit heissem Wasser begossen, am charakteristischen kräftigen Geruch erkennen. Der Geschmack ist angenehm; die bittere Mandel lässt sich essen, ohne dass ihr Geschmack widerlich bitter wäre. Die Samenschale ist fest, lederartig, innen blassgelblich braun.

2. Pfirsichkerne sind breit eiförmig, platter als Mandeln, auch kleiner als die meisten Mandeln, an den Rändern abgeschrägt, fast scharfkantig. Samenschale sehr dünn, innen bräunlich. Geschmack anfangs etwas süsslich mit bitterem Nachgeschmack. Der Geruch nach Heisswasserbehandlung süsslich.

3. Pflaumenkerne sind länglich oder breit-eiförmig, dickbauchig, an den Kanten abgerundet. Samenschale wie bei den Pfirsichen, Geschmack gleichfalls wie bei den Pfirsichen, aber der bittere Nachgeschmack noch unangenehmer. Der Geruch nach dem Brühen süsslich, an frische Pflaumen erinnernd.

4. Aprikosenkerne sind breit herzförmig, platt, die Samenschale fest, lederartig, innen weiss glänzend. Geschmack wie bei den Pfirsichen und Pflaumen, Geruch nach dem Brühen widerlich süsslich.

Demnach giebt für die Praxis das beste Unterscheidungsmittel neben der Kernform und Beschaffenheit der Samenschale immerhin der Geschmack und der Geruch der Samen nach dem Brühen derselben mit heissem Wasser.

Prof. SCHAER-Strassburg hat auf der Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft in Hamburg, wo dieser Gegenstand schon in Kürze vorgetragen wurde, bemerkt, dass der verschiedene Geschmack wahrscheinlich auf verschiedenen Eigenschaften des Amygdalins beruhe, mit anderen Worten, dass es verschiedene Arten von Amygdalin gäbe. In seinem Institut wird darüber gearbeitet.

Die beigegebenen mikroskopischen Schnitte sind gezeichnet von Dr. J. BUCHWALD, das Uebrige von Frl. R. STOPPEL.

Königl. Landwirthschaftliche Hochschule zu Berlin.

---

**Erklärung der Abbildungen.**

Fig. 1—5. *Prunus Amygdalus* Stokes. Mandel. Samen in verschiedenen Grössen und verschiedenen Ansichten. Natürl. Grösse.

Fig. 6. Querschnitt durch die Samenschale der Mandel. Vergrössert. *a* Epidermis. *b* Parenchym, *c* inneres Epithel, *d* collabirtes Nucellargewebe, *e* Kleberzellen, *f* collabirtes Endospermgewebe, *g* Gefässbündel.

„ 7. Flächenansicht der Samenschale der Mandel. Vergrössert. *a* Epidermiszellen.

„ 8—11. *Prunus Persica* Stokes. Pfirsich. Samen in verschiedenen Formen und Ansichten. Natürl. Grösse.

„ 12. Querschnitt durch die Samenschale des Pfirsichkernes. Vergrössert. *a*, *b*, *c* u. s. w. wie in Fig. 6.

„ 13. Flächenansicht der Samenschale des Pfirsichkernes. Vergrössert. *a* Epidermiszellen.

„ 14—18. *Prunus insiticia* L. Pflaume. Samen in verschiedenen Formen und Ansichten. Natürl. Grösse.

„ 19. Querschnitt durch die Samenschale des Pflaumenkernes. Vergrössert. *a*, *b*, *c* u. s. w. wie in Fig. 6.

„ 20. Flächenansicht der Samenschale des Pflaumenkernes. Vergrössert. *a* Epidermiszellen.

„ 21—24. *Prunus Armeniaca* L. Aprikose. Samen in verschiedenen Formen und Ansichten Natürl. Grösse.

„ 25. Querschnitt durch die Samenschale des Aprikosenkernes. Vergrössert. *a*, *b*, *c* u. s. w. wie in Fig. 6.

„ 26. Flächenansicht der Samenschale des Aprikosenkernes. Vergrössert. *a* Epidermiszellen.



W Schimper

# Bericht

über die

am 24. September 1901 in Hamburg abgehaltene

## achtzehnte General-Versammlung

der

# Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Entsprechend der im Junihefte des laufenden Jahrganges dieser Berichte an die Mitglieder der Deutschen Botanischen Gesellschaft ergangenen Einladung (vergl. S. 349 dieses Bandes) wurde die durch § 3 der Statuten vorgeschriebene und in ihren Geschäften durch § 15 des Reglements bedingte General-Versammlung in Anlehnung an die in Hamburg tagende Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Aerzte abgehalten. In herkömmlicher Weise wurde die auf den 24. September, Vormittags 9 Uhr, im Hörsaal des botanischen Gartens anberaumte Geschäftssitzung von dem wissenschaftlichen Theile abgetrennt und letzterer mit den Sitzungen der Abtheilung Botanik der Naturforscher-Versammlung verbunden. Es soll hier zunächst über den geschäftlichen Theil berichtet werden.

Der Präsident Herr S. SCHWENDENER begrüsste die zur General-Versammlung erschienenen Mitglieder und gab einen kurzen mündlichen Bericht über den derzeitigen Stand der Gesellschaft. Es konnte mit Befriedigung auf das abgelaufene Geschäftsjahr zurückgeblickt werden. Die Zahl der Mitglieder hat seit der Gründung der Gesellschaft ihren höchsten Stand (420 zahlende Mitglieder) erreicht, und, wie auch aus dem nachfolgend gegebenen und als Anlage I beigefügten Rechnungsabschluss des Schatzmeisters hervorgeht, entspricht dem die dauernd günstige Finanzlage der Gesellschaft, welche trotz des Umfanges der Berichte und trotz der Beigabe von Tafeln zu denselben keine Aenderung gegen die Vorjahre erfahren hat. Es muss jedoch hervorgehoben werden, dass der günstige Rechnungsabschluss nicht aus der Zahlung der Mitgliedsbeiträge erklärt werden kann, es übersteigen vielmehr die Gesammtkosten, welche der Gesellschaft erwachsen, die Summe der Mitgliedsbeiträge. Der Geschäftsüberschuss

ist aus Zinsgenuss aus den angelegten Kapitalien und unserem Antheil am Gewinn, welchen die Verlagsbuchhandlung aus dem Vertrieb der Berichte erzielt, herzuleiten. Der Vorstand hat überdies beschlossen, die erzielten Ueberschüsse zum grösseren Theile in den kommenden Jahren zu besonderen Zwecken zu verwenden. Es ist anlässlich des 25jährigen Bestehens unserer Gesellschaft die Herausgabe eines Jubelbandes in Aussicht genommen, auch stellt sich die Nothwendigkeit der Herstellung eines Registerbandes für die bisher veröffentlichten Jahrgänge ein. Ueberdies darf ein Rückgang in der Zahl der Mitglieder nicht als eine Unmöglichkeit erachtet werden, wenn auch zur Zeit eine solche Befürchtung nicht gehegt zu werden braucht.

Nach dieser einleitenden Betrachtung konnte mit Genugthnung festgestellt werden, dass die Zahl der anwesenden Mitglieder die ordnungsmässige Erledigung der weiteren Geschäfte der General-Versammlung ermöglichte. In die Präsenzliste trugen sich ein die Herren:

BENECKE-Kiel
BITTER-Münster
BLASIUS-Braunschweig
BRICK-Hamburg
CORRENS-Tübingen
CZAPEK-Prag
GEISENHEYNER-Kreuznach
GIESENHAGEN-München
HALLIER-Hamburg
HAUSSKNECHT-Weimar
JAAP-Hamburg
JÖNSSON-Lund
JOST-Strassburg
KARSTEN-Bonn
KLEBAHN-Hamburg
KNY-Berlin
MAGNUS (P.)-Berlin
MAGNUS (W.)-Berlin
MARSSON-Berlin
MIEHE-Leipzig
MOLISCH-Prag
MÜLLER (CARL)-Berlin
NATHANSOHN-Leipzig
NĚMEC-Prag
NOLL-Bonn
PAZSCHKE-Leipzig
POTONIÉ-Berlin
RAATZ-Wanzleben
REINKE-Kiel
SCHOBER-Hamburg
SCHWENDENER-Berlin
SONDER-Oldesloe
THOST-Berlin
TSCHIRCH-Bern
UHLWORM-Berlin
VOIGT-Hamburg
WARBURG-Berlin
WINKLER-Tübingen
WITTMACK-Berlin
ZACHARIAS-Hamburg

An den späteren wissenschaftlichen Verhandlungen nahmen noch Theil die Herren Mitglieder:

BURCHARD-Hamburg
FOCKE-Bremen
HEERING-Hamburg
HINNEBERG-Altona
KOLKWITZ-Berlin
MÖLLER-Eberswalde
MUTH-Karlsruhe
POMORSKI-Krakau
SCHMIDT-Hamburg
THOMS-Berlin
DE VRIES-Amsterdam

Von Nichtmitgliedern unserer Gesellschaft nahmen an einzelnen Sitzungen Theil die Herren:

- ARENDS-Berlin
- BATESON, W.
- BERNEGAU-Hannover
- BOVERI-Würzburg
- BRUCHMANN-Gotha
- BÜCHEL-Hamburg
- CZERNY-Heidelberg
- EILERS-Hecklingen
- FISCHER-Bergedorf
- HAACK-Flensburg
- HEINSEN-Hamburg
- HENNING-Upsala
- HILCKER-Hamburg
- KATZ-Leipzig
- KNAUER-Elmshorn
- KNOOP-Strassburg
- KRAEPELIN-Hamburg
- MERTZHAUS-Magdeburg
- NILSSON-Svalöf
- PETERS-Hamburg
- PIEPER-Hamburg
- REINBOLD-Hamburg
- REISS-Berlin
- RICHTERS-Frankfurt a. M.
- RUSSOW-Petersburg
- SCHAER-Strassburg
- SCHÄFFER-Hamburg
- SCHMIDT-Göttingen
- SELK-Hamburg
- TIMPE-Hamburg
- WEGNER-Emstetten
- ZIEGLER-Jena
- ZUMBROICH-Berlin

An Stelle des an dem Besuch der General-Versammlung behinderten Schatzmeisters legte der Secretär Herr CARL MÜLLER den vorschriftsmässig geprüften Kassenbericht vor (siehe Anlage I). Der Präsident sprach im Namen der Gesellschaft dem Schatzmeister den Dank für seine Geschäftsführung aus, worauf in üblicher Form die Entlastung für das Jahr 1900 ertheilt wurde.

Die hierauf eingeleiteten Wahlen, bei welchen die Herren BITTER, NATHANSOHN und VOIGT auf Ansuchen des Präsidenten das Amt der Scrutatoren übernahmen, führten zu folgender Aemterbesetzung[1]).

Zum Präsidenten der Gesellschaft für das Jahr 1902 wurde mit grosser Stimmenmehrheit Herr SCHWENDENER wiedergewählt, welcher sich zur Fortführung des Amtes bereit erklärte.

Für das Amt des Stellvertreters des Präsidenten waren die Herren GOEBEL und REINKE in Vorschlag gebracht worden. Die Wahl ergab eine Stimmengleichheit für den derzeitigen Stellvertreter Herrn STAHL und Herrn REINKE. Da der Präsident sich der Stimmabgabe enthalten hatte, so gab er mit Zustimmung der Versammlung den Ausschlag für Herrn REINKE ab, welcher die Wahl annahm.

Die Wahl der 15 Ausschussmitglieder ergab eine absolute Mehrheit für die Herren:

1) Vergl. auch S. 466 dieses Bandes.

BUCHENAU-Bremen
CONWENTZ-Danzig
DRUDE-Dresden
GOEBEL-München
HABERLANDT-Graz
HEGELMAIER-Tübingen
PFITZER-Heidelberg
RADLKOFER-München
REINKE-Kiel
STAHL-Jena
STRASBURGER-Bonn
WIESNER-Wien
ZACHARIAS-Hamburg

Zur Ergänzung der 15 zu wählenden Herren wurden durch Zuruf die Herren CRAMER-Zürich und FISCHER-Leipzig als diejenigen gewählt, welche, unter der geforderten Mehrheit bleibend, die höchsten Stimmzahlen auf sich vereinigt hatten.

Wie in der Einladung ordnungsgemäss bekannt gegeben worden ist, stand die Wahl eines Ehrenmitgliedes und von vier correspondirenden Mitgliedern auf Grund eines von 18 ordentlichen Mitgliedern gestellten motivirten Antrages auf der Tagesordnung. Die vorgeschlagenen Herren wurden einstimmig gewählt, und zwar: Herr

EMIL CHRISTIAN HANSEN in Kopenhagen

zum Ehrenmitgliede, die Herren

BONNIER (GASTON) in Paris
BOWER in Glasgow,
NAWASCHIN in Kiew,
THAXTER in Cambridge (Mass.)

zu correspondirenden Mitgliedern.

Die Herren haben die auf sie gefallene Wahl dankend angenommen.

Während der Feststellung der Wahlergebnisse wurden die Nekrologe auf die im laufenden Jahre verstorbenen Mitglieder erledigt. Ueber einen Theil der Nachrufe berichtete der Präsident selbst, den Nachruf auf CORNU-Paris trug der Verfasser, Herr P. MAGNUS, selbst vor. Ein Theil der Nachrufe ist dem Präsidenten von den für die Abfassung derselben beauftragten Verfassern bis zum Tage der Generalversammlung nicht zugegangen. Es wurde daher der Geschäftsführung überlassen, die später eingehenden Manuscripte in üblicher Weise zu veröffentlichen, was durch den vorliegenden Bericht geschehen ist.

Ein Bericht der Florencommission ist nicht eingegangen, da sich die Arbeiten derselben entsprechend dem vorjährigen Berichte des Obmannes gestalten. Es hätte nun eine Wahl der Mitglieder für eine neue Amtsperiode folgen müssen. Auf Antrag des Herrn ASCHERSON schlug der Vorsitzende jedoch vor, die Wahl auf die im Jahre 1902 abzuhaltende Generalversammlung zu verschieben, womit sich die Anwesenden einverstanden erklärten.

Aus dem Schosse der Versammlung regte hierauf Herr WITTMACK die Frage an, ob es nicht wünschenswerth sein möchte, ein Mitglieder-Album als Eigenthum der Gesellschaft anzulegen. Es scheiden jährlich hochgeschätzte Fachgenossen aus unserem Kreise, deren Bild erhalten zu sehen der Pietät und dem historischen Interesse in gleicher Weise Rechnung tragen würde. Der Vorschlag wurde ohne weitere Debatte gebilligt und der Geschäftsführung die Erledigung der Sache überwiesen.

Der Secretär machte dann noch mit kurzen Worten Mittheilung über den Eingang zweier Abhandlungen, welche unseren Berichten einverleibt werden sollen. Die eine dieser Arbeiten: URSPRUNG, Ueber *Cadaba glandulosa*, ist auf Wunsch des Autors im Novemberheft des laufenden Bandes (vergl. S. 501—508) bereits veröffentlicht, die zweite von TISCHLER, Ueber *Heterodera*-Gallen auf *Circaea*, ist dem vorliegenden Berichte beigegeben.

Die Tagesordnung der Geschäftssitzung der Generalversammlung war damit erledigt.

Es soll hier nun noch in üblicher Weise über die wissenschaftlichen Sitzungen eine kurze Uebersicht gegeben werden.

Die am 23. September, 3 Uhr Nachmittags, abgehaltene Eröffnungssitzung war von 48 Theilnehmern besucht. Herr ZACHARIAS-Hamburg begrüsste die Erschienenen auf das Herzlichste und gab eine Uebersicht über die Geschichte und die jetzige Lage der Botanik im Hamburgischen Freistaate. Er bat sodann Herrn SCHWENDENER den Vorsitz zu übernehmen.

Auf der Tagesordnung stand das von Herrn ENGLER übernommene Sammelreferat: Ueber die Fortschritte auf dem Gebiete der Systematik und der Pflanzengeographie. Da Herr ENGLER an dem Besuch der Hamburger Versammlung behindert war, wurde die Verlesung des Manuscriptes auf Antrag des Herrn REINKE beanstandet. Nach einer an diesen Antrag sich anschliessenden Discussion wurde Herr MARSSON veranlasst, das ihm vom Autor übergebene Excerpt zu verlesen. Herr ENGLER hat das Manuscript des Sammelberichtes anderweitig verwerthet.

In Ergänzung des Sammelberichtes des Herrn ENGLER war am Sitzungstage auch ein Bericht des Herrn E. GILG-Berlin eingegangen, dessen Verlesung gleichfalls beanstandet wurde. Das Manuscript ist später vom Verfasser zu anderweitiger Veröffentlichung zurückerbeten worden.

Hierauf erklärte sich Herr HALLIER-Hamburg bereit, den von ihm angekündigten Vortrag „Skizzen zum Stammbaum der Dicotylen“ zu halten.

Die zweite wissenschaftliche Sitzung wurde am Dienstag den 24. September, Vormittags 11 Uhr, nach Erledigung der Geschäftssitzung unserer Gesellschaft unter Vorsitz des Herrn ZACHARIAS-Hamburg abgehalten. Es sprachen Herr REINKE-Kiel „Ueber kernlose Zellen“ und Herr NOLL-Bonn über „Vergrünte Blüthen von *Vitis vinifera*“.

Am Nachmittage desselben Tages fand eine dritte wissenschaftliche Sitzung unter dem Vorsitz des Herrn DE VRIES-Amsterdam statt. Den ersten Vortrag in derselben hielt Herr JOST-Strassburg „Ueber die Reizperception in der Pflanze“. An das in dem Vortrage erbrachte Referat knüpfte sich eine Discussion, an welcher sich die Herren SCHOBER, CZAPEK und NOLL betheiligten. Den folgenden Vortrag hielt Herr NOLL-Bonn über „Neue Versuche über das Winden“, an welchen Herr SCHWENDENER einige Bemerkungen anknüpfte. Sodann sprach Herr NĚMEC-Prag über „Die Beziehungen zwischen den statischen Organen und dem reizleitenden Fibrillensystem bei den Pflanzen“, Herr ZACHARIAS-Hamburg „Ueber Kinoplasma“ und Herr KOLKWITZ-Berlin über die Frage: „Giebt es Leitorganismen für verschiedene Verschmutzungsgrade des Wassers?“

Die vierte wissenschaftliche Sitzung wurde am Mittwoch den 25. September, Nachmittags $3^1/_2$ Uhr, abgehalten. Da der für die Sitzung gewählte Vorsitzende, Herr REINKE-Kiel, an der Führung des Vorsitzes behindert war, übernahm Herr KNY-Berlin auf Wunsch der Versammelten die Leitung. Es sprach zunächst Herr WARBURG-Berlin „Ueber Entwickelung und Zukunft der angewandten Botanik unter specieller Berücksichtigung productionswirthschaftlicher und commercieller Fragen“. Sodann hielt Herr WITTMACK-Berlin einen Vortrag über die von ihm gemeinsam mit Herrn BUCHWALD ausgeführten Untersuchungen zur „Unterscheidung von bitteren Mandeln und Pfirsichkernen“. Die Mittheilung ist später im Decemberhefte dieses Bandes der Berichte (vergl. S. 584—595) zum Abdruck gelangt. Hierauf berichtete Herr GEISENHEYNER-Kreuznach über „Beobachtungen an *Amygdalus*-Sämlingen“, über die „Verzweigung von *Gnaphalium silvaticum*“ und „Gegabelte Wedel von *Pteris aquilina*“.

Die fünfte (letzte) Sitzung wurde am Donnerstag den 26. September, Nachmittags 3 Uhr, unter dem Vorsitze des Herrn MOLISCH-Prag abgehalten. Als erster sprach Herr BOVERI-Würzburg „Ueber Kerntheilungsvorgänge“. Er trat den in der Sitzung vom 24. September von ZACHARIAS ausgesprochenen Ansichten entgegen, und kam es seitens des Vortragenden zu einer der Form nach ungewohnt scharfen Discussion. Den zweiten Vortrag hielt in der Sitzung Herr CORRENS-Tübingen über „Die Ergebnisse der neuesten Bastardforschungen für die Vererbungslehre“. Sodann sprach Herr KLEBAHN-

Hamburg „Ueber den gegenwärtigen Standpunkt der Kenntniss der heteröcischen Rostpilze unter Demonstration der *Melampsora*-Arten der Weiden“. An der Discussion betheiligte sich Herr P. MAGNUS. Hierauf berichtete Herr KNY über die nachstehend [S. (107)—(115)] zum Abdruck gebrachte Arbeit von KOTARO SAIDA „Ueber die Assimilation freien Stickstoffs durch Schimmelpilze“. Herr CZAPEK-Prag trug sodann vor über „Stickstoffnahrung und Eiweissbildung bei Schimmelpilzen“, Herr NATHANSOHN-Leipzig „Zur Lehre vom Stoffaustausch“ und Herr P. MAGNUS-Berlin „Ueber eine neue unterirdisch lebende *Urophlyctis*-Art“.

Es mag hier noch erwähnt werden, dass Herr H. DE VRIES-Amsterdam den 26. September Vormittags in der gemeinschaftlichen Sitzung der naturwissenschaftlichen Hauptgruppe der Gesellschaft der Deutschen Naturforscher und Aerzte über „Mutationen und die Mutationsperioden bei der Entstehung der Arten“, Herr REINKE-Kiel in der „Allgemeinen Sitzung“ am Freitag den 27. September, Vormittags, „Ueber die in den Organismen wirksamen Naturkräfte“ sprach.

Der lebhaften wissenschaftlichen Thätigkeit der Hamburger Versammlung entsprach das abwechselungsreiche Programm der geselligen Veranstaltungen, für welche die Theilnehmer an der Generalversammlung den Hamburger Fachgenossen dankbare Erinnerung bewahren werden.

Berlin, im December 1901.

S. SCHWENDENER,
z. Z. Präsident der Gesellschaft.

CARL MÜLLER,
Schriftführer.

Anlage I.

# Rechnungsablage des Jahres 1900.

| | Soll M | Soll Pf. | Haben M | Haben Pf. |
|---|---|---|---|---|
| **I. Beiträge-Conto.** | | | | |
| Im Jahre 1899 vorauf gezahlte Beiträge im Vortrage . . . . . . . . . . . . 695,00 M<br>Im Jahre 1900 eingezahlte Beiträge 6270,62 „ | 6 965 | 62 | | |
| Für Rechnung 1900 gezahlte Beiträge:<br>64 Berliner à 20 M . . . . . . 1280,00 M<br>324 Auswärtige à 15 M . . . . 4860,00 „<br>32 Ausserordentliche à 10 M . 320,00 „<br>Mehrzahlungen . . . . . . 27,62 „ | | | | |
| 420 Mitglieder zahlten . . . . . . . . . . | . | . | 6 487 | 62 |
| Für Rechnung 1901 ff. vorauf gezahlte Beiträge im Uebertrage . . . . . . . . . . . . | . | . | 478 | 00 |
| | 6 965 | 62 | 6 965 | 62 |
| **II. Interessen-Conto.** | | | | |
| Zinsen aus dem Depôt und den vorhandenen Effecten . . . . . . . . . . . . . . . . | 567 | 20 | | |
| **III. Gewinn-Conto.** | | | | |
| Gebr. Borntræger zahlten 25 pCt. des Reingewinnes an Band XVII . . . . . . . . . | 283 | 04 | | |
| **IV. Berichte-Conto.** | | | | |
| Band XVIII, Jahrgang 1900:<br>524 + (260) + 2 = 786 Seiten Text, 19 Tafeln, 453,70 *qcm* Holzschnitte. Die Gesellschaft entnahm 430 Exemplare (420 für Mitglieder, 9 für Ehrenmitglieder, 1 für den Schriftführer) und zahlte dafür nach Massgabe des Vertrages . . . . . . . . . . . . | . | . | 5 006 | 05 |
| **V. Kosten-Conto.** | | | | |
| Porto f. Correspond., Diplome, Correct. 134,63 M<br>Porto für Versendung der Hefte . . 548,10 „<br>Spesen und Provisionen . . . . . . 9,64 „<br>Formulare . . . . . . . . . . . . . 137,65 „<br>Honorare etc. . . . . . . . . . . . . 730,30 „<br>Institutsdiener. . . . . . . . . . . . 4,00 „<br>Adresse. . . . . . . . . . . . . . . 46,55 „ | . | . | 1 610 | 87 |

| | Soll ℳ | Soll Pf. | Haben ℳ | Haben Pf. |
|---|---|---|---|---|
| **VI. Kapital-Conto.** | | | | |
| Am 1. Januar 1900 Vermögen im Vortrage: Fester Bestand . . . . . 5000,00 ℳ Flüssiges Vermögen . . . 3976,17 „ | 8 976 | 17 | | |
| I. Beiträge-Conto . . . . . . . . . . . . . | 6 487 | 62 | | |
| II. Interessen-Conto . . . . . . . . . . . . | 567 | 20 | | |
| III. Gewinn-Conto . . . . . . . . . . . . . | 283 | 04 | | |
| IV. Berichte-Conto . . . . . . . . . . . . . | . | . | 5 006 | 05 |
| V. Kosten-Conto . . . . . . . . . . . . . . | . | . | 1 610 | 87 |
| Am 31. December 1900 Vermögen im Uebertrage: Fester Bestand . . . . . 5000,00 ℳ Flüssiges Vermögen . . . 4697,11 „ | . | . | 9 697 | 11 |
| | 16 314 | 03 | 16 314 | 03 |
| **Voranschlag für 1901.** (Durchschnitt nach den letzten drei Jahren) | | | | |
| Vortrag des Vermögens am 1. Januar . . . . | 9 697 | 11 | | |
| Beiträge . . . . . . . . . . . . . . . . | 6 260 | 00 | | |
| Zinsen . . . . . . . . . . . . . . . . . | 505 | 00 | | |
| Gewinn-Conto . . . . . . . . . . . . . . | 271 | 00 | | |
| Berichte Bd. XIX . . . . . . . . . . . . . | . | . | 4 858 | 00 |
| Kosten . . . . . . . . . . . . . . . . . | . | . | 1 516 | 00 |
| Vermögen am 31. December 1901 . . . . . . | . | . | 10 359 | 11 |
| | 16 733 | 11 | 16 733 | 11 |

Die laufenden Einnahmen des Jahres 1900 betrugen 7337,86 ℳ, die laufenden Ausgaben 6616,92 ℳ; mithin sind 720,94 ℳ mehr eingenommen als ausgegeben. Werden nur die Beiträge in Betracht gezogen, dann betragen die Einnahmen 6487,62 ℳ, die Ausgaben 6616,92 ℳ, und es sind 129,30 ℳ mehr ausgegeben, als an Beiträgen eingenommen. Bei 420 zahlenden Mitgliedern kommt auf jedes Mitglied 15,44 ℳ Beitrag und 15,75 ℳ Ausgabe.

Das flüssige Vermögen ist zur Herausgabe eines Registerbandes nach Abschluss des Bandes XX und einer Festschrift zum 25jährigen Bestehen der Gesellschaft bestimmt worden.

Berlin, Mai 1901.

Otto Müller.

# Nachrufe.

## Albert Bernhard Frank.

Von
FRIEDRICH KRÜGER.

Am 27. September 1900 verschied, für weitere Kreise völlig unerwartet, nach kurzem Krankenlager der Vorsteher der biologischen Abtheilung am Kaiserlichen Gesundheitsamte zu Berlin, der Geheime Regierungsrath, Prof. Dr. ALBERT BERNHARD FRANK. In ihm hat die botanische Wissenschaft einen ihrer hervorragendsten Vertreter verloren, dem wir aufrichtige Bewunderung zollen müssen.

Geboren wurde FRANK am 17. Januar 1839 zu Dresden. Er erhielt den Unterricht zunächst in der Annen-Realschule daselbst, dann im dortigen Gymnasium zum heiligen Kreuz. Nach bestandener Maturitätsprüfung bezog er im Sommersemester 1861 die Universität Leipzig, an der er zunächst, ein Semester lang, Medicin, dann Naturwissenschaften, und zwar speciell Botanik, studirte. Er gehörte zu den eifrigsten Schülern von METTENIUS und REICHENBACH und nahm ausserdem noch an verschiedenen anderen Vorlesungen, so z. B. Physik bei HANKEL, Chemie bei KÜHN und ERDMANN, Mineralogie bei NEUMANN und Agriculturchemie bei KNOP theil. Im Jahre 1865 promovirte er in Leipzig und erhielt im Juni desselben Jahres die Custodie des dortigen Universitätsherbars gegen eine von Zeit zu Zeit durch Gratification gewährte Remuneration. Bald darauf habilitirte er sich daselbst als Privatdocent der Botanik und erlangte 1878 dort eine ausserordentliche Professur.

In dieser ersten Zeit seiner wissenschaftlichen Thätigkeit erstreckten sich FRANK's Studien neben den systematischen, denen er naturgemäss als Custos des Herbars oblag, auf physiologische Fragen rein wissenschaftlicher Art, und die Resultate dieser seiner Erstlingsarbeiten sind, obwohl theilweise anfänglich bekämpft, jetzt zu allgemeiner Anerkennung durchgedrungen.

Eingehender auf dieselben an dieser Stelle zurückzukommen, würde zu weit führen. Es sei nur kurz erwähnt, dass durch seine Untersuchungen die schon früher aufgestellte Behauptung bestätigt worden ist, nach der die Wurzelkrümmungen als active Wachsthumserscheinungen zu betrachten sind, und dass dieselben durch einen

Reiz zu Stande kommen, den die Schwerkraft auf das Protoplasma ausübt. Er ist es ferner auch gewesen, der die Begriffe Transversalgeotropismus und Transversalheliotropismus in die Wissenschaft einführte, und ferner den Nachweis erbrachte, dass der Druck des Wassers die Pflanzen bestimme, die Länge des wachsenden Blattstiels der Schwimmblätter je nach der Höhe des Wasserstandes zu reguliren. Er beschäftigte sich ferner mit den biologischen Verhältnissen des Thallus einiger Krustenflechten, studirte weiter den Einfluss des Lichtes auf den bilateralen Bau von *Thuja*, sowie ferner auch auf die Lage der Chlorophyllkörner, kurz er hat, wie die in dem Schriftenverzeichniss von Nr. 12 bis Nr. 31 aufgeführten Arbeiten zeigen, über eine ganze Reihe wichtiger physiologischer Fragen Klarheit geschaffen und sich dadurch ein bleibendes Verdienst um diesen Zweig der Wissenschaft erworben.

Im Jahre 1881 folgte FRANK dann einem von Berlin aus an ihn ergangenen Ruf als Professor für Pflanzenphysiologie an der Königl. Landwirthschaftlichen Hochschule. Damit beginnt die zweite Periode seiner wissenschaftlichen Thätigkeit. Während er sich bisher, wie gezeigt, dem Studium der rein wissenschaftlichen Botanik gewidmet hatte, wandte er sich von jetzt ab solchen botanischen Fragen zu, die für die Landwirthschaft von Bedeutung waren. Speciell war es die Frage der Nutzbarmachung des freien atmosphärischen Stickstoffs durch die Pflanze und in Verbindung damit das Studium über die Wurzelknöllchen der Leguminosen und die Mykorrhizen, was ihn bis in den Anfang der 90er Jahre hauptsächlich beschäftigte. Seine Beobachtungen und die Resultate seiner Versuche hat er in einer grösseren Reihe von Arbeiten niedergelegt, jedoch ist es auch ihm nicht gelungen, dies Gebiet völlig zu klären, und gerade er glaubte auf Grund der Ergebnisse seiner Untersuchungen sich vielfach in scharfen Gegensatz zu anderen Forschern stellen zu müssen.

Während HELLRIEGEL und mit ihm manche anderen tüchtigen Forscher, die Fähigkeit, den freien atmosphärischen Stickstoff zu assimiliren, für eine specifische Eigenthümlichkeit der Leguminosen ansehen und den Pilz resp. die Bacterienart, *Bacterium radicicola*, die in den Wurzelknöllchen dieser Pflanzen leben, nicht aber die Leguminosen selbst, für den Factor halten, der die stickstoffbindende Fähigkeit dieser Pflanzen bedingt, behauptet FRANK und glaubt den experimentellen Nachweis erbracht zu haben, dass die Pflanzen der genannten Gruppe auch ohne Symbiose mit den Wurzelknöllchenpilzen den freien Stickstoff zu assimiliren vermögen, und dass auch Nichtleguminosen — sowohl Pilzen, Algen, wie Moosen und Phanerogamen — die gleiche Fähigkeit zukomme. Nach FRANK stammt ein mehr oder weniger grosser Theil des in der Ernte enthaltenen Stickstoffs aus der Luft. Die Assimilation des freien Stickstoffs ist dabei an

diejenigen Lebensbedingungen geknüpft, die auch bei anderen Ernährungsthätigkeiten sich geltend machen, dass nämlich die Pflanze den schwächlichen Jugendzustand erst überwunden und sich in ihren vegetativen Organen, besonders in ihrem Blattapparat gekräftigt haben muss, und dass, je mehr dies geschieht, desto energischer die Kraft, den elementaren Stickstoff zu assimiliren, zum Ausdruck kommt. Stickstoffdüngungen bedeuten nach FRANK's Ansicht für die Pflanze somit etwas anderes, als die Agriculturchemiker im Allgemeinen anzunehmen pflegen. Sie stellen gewissermassen die Jugendnahrung der Pflanzen bezüglich des Stickstoffs dar, indem ihre Gegenwart im Boden für die Nichtleguminosen das einzige Mittel ist, um dem Stickstoffhunger der Pflanzen vorzubeugen und dieselben so zu kräftigen, dass die Stickstofferwerbung aus der Luft erfolgen kann. Nach FRANK ist die Wirkung des Leguminosenpilzes nur diejenige eines Reizes, durch welchen die Ernährungs- und Assimilationsthätigkeit der Pflanzen überhaupt, und damit auch die auf die Erwerbung des freien Stickstoffs gerichtete, gekräftigt wird. Dank dieses stimulirenden Einflusses ist daher die Energie der Stickstoffassimilation bei den Leguminosen eine weit grössere als bei den Nichtleguminosen. Durch vereinte Wirkung von Symbiose und Stickstoffdüngung wird somit bei ersteren — allerdings angeblich mit Ausnahme der Lupine — hinsichtlich der Fähigkeit, den freien Stickstoff zu assimiliren, das Maximum erreicht, eine Theorie, die hinsichtlich der Düngung und des Anbaues von Leguminosen auf den verschiedenen Bodenarten für die landwirthschaftliche Praxis von grösster Bedeutung ist.

Die Infection der Leguminosenwurzeln mit den die Knöllchen derselben erzeugenden Mikroorganismen findet nach FRANK je nach der Pflanzenart auf zweierlei Weise statt, nämlich mit oder ohne Infectionsfaden. Bezüglich der dabei sich abspielenden Vorgänge und der Bedeutung derselben für den pflanzlichen Organismus stimmt FRANK's Ansicht wiederum mit derjenigen mancher anderen Forscher nicht überein.

Nach FRANK's ursprünglicher Ansicht sollte in Folge des Eindringens eines, von ihm *Rhizobium Leguminosarum* benannten Mikroorganismus in das Protoplasma einzelner Zellen der Wurzeln eine innige Verschmelzung des Leguminosenprotoplasmas mit dem Pilz (Mycoplasma) stattfinden, dies sich jedoch nicht auf die Wurzeln allein beschränken, sondern sich durch die ganze Pflanze verbreiten. An denjenigen Stellen der Wurzeln, an denen der Pilz eingedrungen, wird dadurch der Impuls zu einer eigenthümlichen neuen Wachsthumsthätigkeit gegeben, und in Folge dessen entsteht ein Gewebe von protoplasmareichen Zellen, nämlich die als Leguminosenknöllchen bekannten Gebilde, in denen das Rhizobium zu ausserordentlicher

Vermehrung gelangt. Auch FRANK stand nun Anfangs auf dem von BRUNCHORST vertretenen Standpunkt, dass dann später innerhalb dieser Knöllchen das Mycoplasma sich in zahllose, eigenthümliche, aus Eiweiss bestehende Fermentelemente differenzire, in denen vorzugsweise die Coccen des genannten Mikroorganismus eingebettet seien. Während erstere gegen Ende der Vegetation von der Pflanze selbst wieder absorbirt werden, bleiben einzelne der letzteren ungelöst und gelangen beim Zerfallen der Knöllchen wiederum in den Boden, um von Neuem die Urheber der Infection zu werden. Dass diese Theorie unhaltbar sei, sowie ferner, dass die Bacteroiden thatsächlich Umwandlungsformen eines Mikroorganismus seien, woran auch FRANK später eine Zeit lang gezweifelt hatte, erkannte er jedoch selbst bald, und auch er ging zu der von BEYERINCK vertretenen Ansicht über, dass die Bacteroiden als degenerirte Bacterien aufzufassen seien, die die Pflanze sich gegen Ende ihrer Vegetationsperiode zu Nutze mache.

Obgleich also FRANK selbst mehrfach hinsichtlich dieser Fragen seinen ursprünglichen Standpunkt änderte, stehen doch, wie schon erwähnt, einige der von ihm hinsichtlich der Bacteroiden, sowie der Assimilation des freien Stickstoffs überhaupt vertretenen Theorien mit denjenigen mancher anderen Forscher in Widerspruch, und es ist der Zukunft vorbehalten zu entscheiden, welches die richtigen sind. In mancher Beziehung haben freilich die letzten Jahre hinsichtlich der umstrittenen Punkte schon Klarheit geschaffen, und als unhaltbar hat sich dabei z. B. die Theorie erwiesen, dass der Leguminosenpilz durch die ganze Pflanze verbreitet sei.

Weniger als bei den vorstehend erörterten Fragen bezüglich der Assimilation des freien Stickstoffs sowie der Wurzelknöllchen weichen die Resultate der FRANK'schen Studien über die Mykorrhizen von denjenigen anderer Forscher ab. Mit grossem Erfolge hat er vielmehr die Lehre von der Ernährung höherer Pflanzen durch Pilze ausgebaut. Er führte für solche Pilzwurzeln den allgemein angenommenen Namen Mykorrhiza ein. Nach ihm lassen sich biologisch zwei Formen solcher Symbiose unterscheiden. Einmal — bei den ektotrophen Mykorrhizen — finden sich die Pilzmycelien auf der Oberfläche der Wurzeln, wo sie, dem Einfluss des Protoplasmas nicht ausgesetzt, als eigentliche und ausschliessliche Ueberträger von Wasser und Nährstoffen fungiren. So ist es bei den Wurzeln der Cupuliferen, der meisten Coniferen und anderer Waldbäume. Im anderen Falle — bei den endotrophen Mykorrhizen — werden die Pilze dagegen in das Protoplasma aufgenommen und hier — nach FRANK's Beobachtungen — ausgesogen, wie bei den fleischfressenden Pflanzen die Insecten. Hierhin gehören nach FRANK's späterer Ansicht auch die den Gallen vergleichbaren Gebilde, die er als Mycodomatien oder

Pilzkammern bezeichnete. Sie, sowie die schon erwähnten endotrophen Mykorrhizen, sind gleich den schon besprochenen Wurzelknöllchen der Leguminosen Organe der pilzfressenden Pflanzen, und bezüglich der letzteren führt der Verstorbene in diesen Berichten Bd. 9, S. 256 aus: „ . . . sie wissen . . Pilze als ihre auserkorenen Opfer in ihr Protoplasma einzufangen, darin gross zu züchten und schliesslich zu verdauen, um so von der reichen Eiweissproduction gerade der Pilze, die die letzteren ja auch als menschliches Nahrungsmittel werthvoll macht, Nutzen zu ziehen. Es geht hierbei also der eine der beiden Symbionten im Organismus des anderen derart auf, dass er wie ein stofflicher Bestandtheil des letzteren erscheint, der im Stoffwechsel schliesslich verbraucht wird“, eine Theorie, die nach neueren Forschungen indessen doch vielleicht etwas zu modificiren ist.

Anders als bei den besprochenen endotrophen Mykorrhizen liegen die Verhältnisse bei den ektotrophen. Hier ist der ganze Wurzelkörper von einem aus Pilzhyphen bestehenden Mantel lückenlos überzogen, der mit jenem fortwächst und mit ihm organisch verbunden ist, indem die Pilzhyphen zwischen den Epidermiszellen der Wurzeln eindringen. Dabei ist in der Regel die Mykorrhize etwas dicker als die gewöhnliche, unverpilzte Wurzel, doch hat sie ihr Längenwachsthum im Vergleich zu letzteren vermindert, dafür aber die Verzweigung gefördert, so dass diese Gebilde dadurch ein korallenförmiges Aussehen bekommen. Ausser dieser gewöhnlichen Form hat Frank dann auch noch zwei andere Formen beobachtet und beschrieben, nämlich eine langästige mit wurzelhaarähnlichen Seitenorganen und eine fuchsschwanzartige. Bezüglich der Verbreitung der Mykorrhizen hat Frank die Theorie aufgestellt, dass überall das Wurzelsystem der schon genannten Baumarten mit dem Mycel der verschiedensten grösseren Pilze unserer Wälder in Symbiose stehe, und dass letztere für die Existenz solcher Bäume fast ausnahmslos nothwendig sei. Er glaubte dies aus seinen, nach dem heutigen Stande der Wissenschaft freilich nicht ganz einwandsfreien Versuchen daraus folgern zu müssen, weil die von ihm in sterilisirtem Sandboden ohne die Mykorrhizen gezogenen Bäumchen eingingen, während solche in unsterilisirtem Substrat und mit Mykorrhizen am Leben blieben. Nach Frank sollen diese Pilze die ganze Ernährung des Baumes aus dem Boden übernehmen, indem sie ausser dem nöthigen Wasser und den mineralischen Bodennährstoffen auch noch organische, direct aus dem Humus und von verwesenden Pflanzenresten stammende Stoffe dem Baume zuführen, wozu letzterer nur durch den Mykorrhizapilz befähigt wird, eine für die Forstwirthschaft hinsichtlich der Bedeutung des Humus für die grüne Pflanze wichtige Entdeckung.

Diese die Stickstoffernährung der Pflanzen betreffenden Untersuchungen, die der Verstorbene theils allein, theils mit Unterstützung

seiner damaligen Assistenten TSCHIRCH und später OTTO, sowie einer Reihe seiner Schüler ausführte, beschäftigten ihn etwa bis in den Anfang der 90er Jahre.

Dann, als in dieser Zeit die Umwandlung des Instituts für Pflanzenphysiologie in ein solches für Pflanzenphysiologie und Pflanzenschutz stattgefunden, beginnt eine neue Periode seiner Thätigkeit, die dritte, in der der eifrige Forscher seine Kräfte fast ganz dem Studium der Pflanzenkrankheiten widmete.

Es war dies freilich schon von jeher eins seiner Lieblingsgebiete, und schon während seiner Leipziger Zeit hatte er sich mit einer Reihe bezüglicher kleinerer Arbeiten, vergl. Nr. 169 u. f. des Schriftenverzeichnisses, hervorgethan.

Im Jahre 1880 war auch bereits sein Buch: Die Krankheiten der Pflanzen als selbständiges Werk erschienen, dessen Neuauflage in drei Bänden 1895/96 erfolgte, und mit dem er sich selbst ein unvergängliches Denkmal gesetzt hat. Es ist die erste Herausgabe dieses Werkes für die Geschichte der Pflanzenkrankheiten ein Ereigniss von hoher Bedeutung, denn trotz der classischen Arbeiten DE BARY's, WORONIN's und Anderer, trotz des KÜHN'schen Buches „Die Krankheiten der Kulturgewächse" herrschte zu jener Zeit auf dem Gebiete der Pflanzenpathologie noch grosse Unkenntniss und Unsicherheit.

Es folgten den erwähnten Arbeiten bald andere mehr oder weniger umfangreiche, für die Allgemeinheit jedoch nicht so bedeutungsvolle, wie jene, bis dann neben den schon besprochenen Studien über die Stickstoffassimilation solche über die *Gnomonia*-Krankheit der Kirschbäume eine Reihe von Jahren FRANK's Arbeitskraft zum grossen Theil in Anspruch nahmen. Es sind die Arbeiten über diesen Gegenstand äusserst interessant und instructiv, nicht nur hinsichtlich des Wirkens und Schaffens des Verstorbenen, sondern auch für die Geschichte der Pflanzenpathologie und ihre Bedeutung vom national-ökonomischen Standpunkt überhaupt, denn es handelt sich hier nicht nur um einen der ersten Fälle, in dem die Behörden auf Grund der wissenschaftlichen Forschungen gegen einen Pflanzenparasiten vorgegangen sind, sondern sie zeigen auch, wie durch freilich zwangsweise, aber allgemein durchgeführte Bekämpfungsmassnahmen ein gefährlicher Schädling in verhältnissmässig kurzer Zeit ausgerottet wurde.

Zur Sache selbst sei kurz bemerkt, dass im Alten Lande an der Unterelbe, einem wichtigen deutschen Obstbaugebiet, gegen Ende der 70er Jahre eine schwere Erkrankung an den Süsskirschbäumen ausgebrochen war, die sich innerhalb etwa acht Jahre ständig in zunehmender Entwickelung erhalten und die Kirschenproduction, eine der Haupteinnahmequellen jener Gegend, so gut wie vernichtet hatte. Da erhielt FRANK seitens des Ministeriums für Landwirthschaft den

Auftrag, über die Ursachen der Krankheit und die Mittel zu ihrer Abhülfe Untersuchungen anzustellen. Er fand, dass es sich um einen zwar schon länger bekannten, jedoch bisher nicht so gefährlich aufgetretenen, blattbewohnenden parasitischen Pilz, *Gnomonia erythrostoma* Fuckel, handele, und stellte u. a. fest, dass die von demselben befallenen Blätter im Herbst nicht abfielen, vielmehr wie angekittet an den Zweigen festsassen, dass die auf ihnen von dem Pilz gebildeten Perithecien während des Winters und im Laufe des Frühjahrs ausreiften, dass ferner das *Gnomonia*-Mycel nicht innerhalb der Zweige in die nächstjährigen Triebe übergehe, dass vielmehr die Uebertragung der Krankheit von einem Jahr in's andere nur vermittelst der in jenen eben erwähnten, an den hängen gebliebenen Blättern entwickelten Perithecien stattfände. Frank empfahl daher auf Grund dieser seiner Beobachtungen in den verseuchten Ortschaften das im Herbst hängen gebliebene Laub zwangsweise entfernen und vernichten zu lassen. Dem wurde zunächst für den Kreis Jork im Winter 1886/87, dann später 1889 auch in Schleswig durch entsprechende Polizeiverfügungen Folge geleistet, und zwar musste die Säuberung der Bäume bis zum 15. Februar durchgeführt sein. Der Erfolg war ein über Erwarten günstiger, denn schon im Sommer 1887 gab es in jener ersterwähnten Gegend zum ersten Male seit Langem eine gute Kirschenernte, und nach nochmaliger Wiederholung des Verfahrens im Winter 1887/88 war der Pilz dort in dem Grade ausgerottet, dass die Bäume im Herbst 1888 die Blätter normal abwarfen und nur noch vereinzelt mit dem Pilz behaftete Exemplare angetroffen werden konnten, die nun naturgemäss von den Interessenten selbst bereitwilligst aus eigenem Antriebe ausgeputzt wurden.

Eingehend beschäftigte sich der Verstorbene dann nach Abschluss der erwähnten Studien mehrere Jahre lang mit dem Pilz *Phoma Betae* Frank, der für den Zuckerrübenbauer von grosser Bedeutung ist. Er hält diesen Pilz für den eigentlichen Erreger der Herz- und Trockenfäule der Rüben, eine Ansicht, der freilich nicht von allen Seiten bedingungslos zugestimmt wird. Im Laufe der bezüglichen Untersuchungen, die 1892 begannen, als der Pilz zum ersten Mal von Frank in der Uckermark aufgefunden und studirt war, haben sich freilich auch seine Ansichten über die Lebensbedingungen dieses Schädlings mehr und mehr geklärt. Frank selbst stellte 1896 auf Grund seiner vielerorts und unter den verschiedensten Bedingungen gemachten Infectionsversuche fest, dass die Rübenpflanze nicht immer gleich für den Befall durch den genannten Pilz disponirt sei, dass vielmehr zwischen den Feuchtigkeitsverhältnissen des Bodens und der Erkrankung der Rüben gewisse Beziehungen beständen, und dass die Rübe „nur deshalb und nur dann erkrankt, wenn in der Periode ihrer höchsten Wachsthumsthätigkeit die Grösse ihrer Verdunstungsfläche in einem

Missverhältniss zur Wasseraufnahme steht." Indessen handelt es sich auch hier um ein noch nicht abgeschlossenes Thema, und es ist den Forschungen der Zukunft vorbehalten, klarzustellen, ob und in wie weit die zur Zeit herrschenden Ansichten über die Bedeutung dieses Pilzes zu ändern sind.

Weiter sind von gross angelegten Versuchen und Studien des Verstorbenen noch solche über die Getreidekrankheiten hervorzuheben. Seine Rostuntersuchungen sind allerdings nicht über das Anfangsstadium hinausgekommen; er war noch mit der experimentellen Prüfung der unter den Praktikern herrschenden Ansichten über die das Auftreten des Rostes begünstigenden Factoren beschäftigt, als ihn der Tod ereilte. Auch seine Untersuchungen über die von ihm kurzweg gewöhnlich als „die neuen Getreidepilze" bezeichneten Getreideschädlinge sind zu nennen. Es war im Jahre 1894, als am Roggen, sowie am Weizen eigenartige Misswachserscheinungen auftraten, indem die Roggenpflanzen vielfach unter Schwarzfärbung des Halmgrundes umbrachen, während der Weizen unter ähnlicher Schwarzfärbung der Halmbasis vorzeitig weiss wurde. FRANK constatirte damals an Roggenpflanzen, die ihm aus den verschiedensten Theilen Deutschlands eingeschickt waren, dass als regelmässiger Begleiter jenes Umfallens der Pilz *Leptosphaeria herpotrichoides* de Not. auftrat, während er auf den Blättern des Weizens eine ganze Reihe von parasitären Pilzen fand, nämlich *Leptosphaeria tritici* Pass., *Sphaerella basicola* n. sp. und *exitialis* Morini, *Septoria glumarum* Pass., *graminum* Desm., *Briosiana* Morini und *Avenae* n. sp., ferner *Ascochyta graminicola* Sacc. und *Phoma Hennebergii* Kühn, die als solche „entweder wenigstens für Deutschland neu oder überhaupt neu" waren. Einen besonders für die Weizenpflanze schlimmen Feind erkannte er, unabhängig von den etwa zu derselben Zeit über den gleichen Gegenstand in Frankreich ausgeführten Untersuchungen, in dem *Ophiobolus herpotrichus* Sacc., der gleich der erst erwähnten *Leptosphaeria* am Halmgrund sitzt, diesen unter reichlicher Verpilzung schwärzt und dabei auch in die Wurzeln, sie tödtend, eindringt. FRANK hielt die genannten Pilze für specifische Parasiten und war in seinen letzten Lebensjahren bestrebt, mit Hülfe der landwirthschaftlichen Praxis die Bedingungen kennen zu lernen, unter denen sie aufzutreten und das Getreide zu schädigen vermögen. Er hatte gerade grössere Umfragen über den *Ophiobolus* eingeleitet, als ihn der Tod aus dieser Arbeit herausriss; und daher ist es auch bezüglich dieses Gegenstandes der Nachwelt vorbehalten, manche sowohl für die Wissenschaft, wie auch für die Praxis wichtige Momente desselben noch zu klären.

Den an der Kartoffelpflanze auftretenden Krankheitserscheinungen widmete er ebenfalls eine Zeit lang seine specielle Aufmerk-

samkeit, und seine bezüglichen Studien haben zu manchen interessanten und neuen Ergebnissen geführt. Es seien in dieser Beziehung hervorgehoben seine Beobachtungen über die Kräuselkrankheit und verwandte Stengel- und Blattkrankheiten, ferner die in Gemeinschaft mit dem Verfasser vorliegenden Berichtes gemachten Untersuchungen über den Schorf, und besonders des Verstorbenen Forschungen über das Faulen der Knollen. Betreffs dieses letzten Gegenstandes glaubte er, nach den Erregern desselben sechs verschiedene Arten von Fäule unterscheiden zu müssen, nämlich: 1. die schon lange bekannte *Phytophthora*-Fäule, verursacht durch die *Phytophthora infestans* de By., ferner 2. die ebenfalls schon länger bekannte *Rhizoctonia*-Fäule, erzeugt durch den für gewöhnlich harmlos auf der Kartoffeloberfläche saprophytisch lebenden Pilz *Rhizoctonia Solani* Kühn, der nach FRANK vermuthlich durch Wund- und Schorfstellen in das Innere der Knollen eindringen kann, dort die *Rhizoctonia*-Fäule hervorrufend, die sich von der erstgenannten dadurch unterscheidet, dass die Pilzfäden dicker und septirt sind, auch im Innern der Zellen wachsen und das Stärkemehl, nicht aber die Zellwandung, auflösen; 3. die Bacterienfäule, entstanden durch die Thätigkeit von Bacterien, betreffs derer es bisher noch nicht ganz mit Sicherheit entschieden war, ob es sich um primäre Krankeitserreger oder nachträgliche Eindringlinge handle; 4. die von WEHMER zuerst genauer studirte *Fusarium*-Fäule; 5. die bisher noch gänzlich unbekannte *Phellomyces*-Fäule, erzeugt durch einen ebenfalls sehr verbreiteten, im Allgemeinen gutartigen und nur saprophytisch lebenden Schalenbewohner, dem FRANK den Namen *Phellomyces sclerotiophorus* gegeben hat, und 6. endlich die Nematodenfäule, die KÜHN schon vor Jahren beobachtete, von der aber FRANK nachgewiesen, dass sie weit häufiger sei, als man bisher anzunehmen pflegte.

Von seinen Studien über Obstbaumkrankheiten seien an dieser Stelle dann noch die in Gemeinschaft mit dem Verfasser gemachten Untersuchungen über die *Monilia*-Krankheit erwähnt, jenes zunächst an Sauerkirschbäumen, dann aber auch an Süsskirschen und anderen Obstbäumen constatirte typische, plötzliche Absterben der Triebspitzen und der Blüthenbüschel. Als Mittel zur Bekämpfung dieser Krankheit hat FRANK s. Z. empfohlen: Herausschneiden und Verbrennen der todten Zweige, Entfernen der im Herbst sitzen gebliebenen Fruchtmumien und Bespritzen der erkrankt gewesenen Bäume mit Bordelaiser Brühe vor dem Knospenaufbruch. Hiervon hat letzteres mehrfach Meinungsaustausch in der Fachpresse hervorgerufen, bezüglich dessen hier nur kurz bemerkt sei, dass für den Verstorbenen auch hier wohl seine anderweitigen Erfahrungen massgebend gewesen sein dürften, nach denen sich das Kupfer in hohem Grade als ein Reizmittel für den pflanzlichen Organismus erwiesen hat. Nach ihnen

ist es nicht unwahrscheinlich, dass die fungicide Wirkung des Kupfers zum Theil auf diesem indirecten Einfluss beruht, worüber aus den im Schriftenverzeichniss Nr. 78 bis 81 aufgeführten Arbeiten Genaueres hervorgeht.

Wie aus dem Vorstehenden ersichtlich, lag der Schwerpunkt der FRANK'schen Thätigkeit von jeher auf botanischem Gebiet. Seine pflanzenpathologischen Bestrebungen brachten es freilich mit sich, dass er sich auch an der Lösung zoologischer Fragen betheiligte. Alle bezüglichen Arbeiten an dieser Stelle zu besprechen, würde zu weit führen, und es kann hinsichtlich dieser, ebenso wie bezüglich der kleineren, weniger das Allgemeininteresse berührenden botanischen Arbeiten nur auf das Verzeichniss der Veröffentlichungen verwiesen werden, aus dem hervorgeht, welch eine Menge von Fragen der verschiedensten Art der Verstorbene bearbeitet hat und welch eine ungewöhnliche Arbeitskraft er besessen.

Von den in das Gebiet der Zoologie gehörigen Arbeiten sei an dieser Stelle nur eine einzige hervorgehoben, und zwar die mit dem Referenten gemeinsam gemachten Studien über die San José-Schildlaus und die einheimischen, diesem amerikanischen Schädling nahe verwandten Obstschildläuse, die zu einer Reihe von Publicationen, u. a. auch zu der Herausgabe des „Schildlausbuches" führten. Betreffs des letzteren sei bemerkt, dass es sich dabei freilich nicht um ein für Zoologen bestimmtes Lehrbuch handelte, sondern dass dasselbe lediglich für die Praxis bestimmt war, um den Interessenten zur schnellen Orientirung über einen bisher von den Zoologen sehr vernachlässigten Zweig der Wissenschaft zu dienen.

Von Seiten der amerikanischen Fachleute selbst, sowohl Zoologen wie Praktikern, war nämlich seiner Zeit auf die den dortigen Obstculturen durch den genannten Schädling drohende Gefahr in lebhaftester Weise aufmerksam gemacht, und die einzelnen amerikanischen Staaten suchten sich selbst vor der Einschleppung desselben durch gesetzliche Bestimmungen zu schützen und gingen gegen etwaige schon vorhandene Infectionsherde mit grösster Schärfe vor. Als dann ferner die Thiere mehrfach auf importirtem amerikanischen Obst in Deutschland gefunden und seitens der deutschen Regierung die auch in der Parteipresse vielfach erörterten Massnahmen getroffen waren, wandte sich das allgemeine Interesse nicht nur der Fachzoologen, sondern speciell auch der Obstzüchter, Wandergärtner, der „Sachverständigen für die Obstbaumuntersuchungen" etc. diesen Thieren zu. Es existirte jedoch in der deutschen Litteratur nicht ein einziges ausführlicheres Buch, in dem man sich auch nur eine einigermassen befriedigende und ausreichende Belehrung über diesen Gegenstand verschaffen konnte, und die wenigen in grösseren Werken verstreuten Notizen erwiesen sich vielfach als ungenau und von Irrthümern

durchsetzt. Dies alles führte FRANK zu dem Entschluss, die Herausgabe eines kurz und populär gefassten Buches zu befürworten, und in diesem Sinne ist dasselbe zu beurtheilen, wie übrigens auch aus der Vorrede desselben zur Genüge hervorgeht.

Auch hier handelte es sich also darum, bei wissenschaftlichen Studien erhaltene Resultate rasch für die Praxis nutzbar zu machen, was von je her zu FRANK's Bestrebungen mit gehörte. Bei vielen seiner Publicationen, namentlich manchen kleineren derselben, die in den verschiedensten von den Praktikern gelesenen Zeitschriften erschienen sind, verfolgte er auch diesen eben erwähnten Zweck mit. Er beabsichtigte nicht etwa eine erschöpfende Monographie über den betreffenden Gegenstand zu schreiben, wollte vielmehr nur die Aufmerksamkeit auf einen plötzlich aufgetretenen, bisher selten beobachteten oder nur wenig bekannten Schädling lenken, um andererseits selbst wiederum aus der Praxis Anregungen zu erhalten. Dass dabei bisweilen kleine, durch spätere eingehendere Studien übrigens vielfach von ihm selbst corrigirte Ungenauigkeiten sich einschlichen, und dass die schon vorhandene Litteratur nicht immer eingehend berücksichtigt wurde, ist nur zu begreiflich: der Werth dieser kleinen Veröffentlichungen wird dadurch nicht herabgemindert, und ihren Zweck erfüllten sie, denn er erhielt alsdann stets von den verschiedensten Seiten Mittheilungen über den betreffenden Gegenstand, sowie Untersuchungsmaterial, auf Grund dessen er seine weiteren Studien aufbauen konnte. Wenn letzteres dann freilich später bisweilen unterblieben ist, so lag dies weniger am Wollen, als vielmehr daran, dass inzwischen andere, im Augenblick ihm wichtiger erscheinende Fragen an ihn herangetreten waren, die ihn zwangen, dieses oder jenes begonnene Thema vorläufig liegen zu lassen. „Man muss das Eisen schmieden, so lange es heiss ist," das waren oftmals auch des Verstorbenen Worte, wenn er diese oder jene interessante Einsendung aus der Praxis erhielt, die ihn zwang, im Augenblick weniger dringliche Dinge unerledigt bis auf Weiteres bei Seite zu legen.

Und an solchen „interessanten" Eingängen fehlte es im FRANKschen Institut nicht, und zumal seit der Zeit nicht, als es, gleichzeitig mit der Umwandlung in ein solches für Pflanzenphysiologie und Pflanzenschutz, in den Dienst der Praxis gestellt ward. Es gehörte von jener Zeit an zu den Aufgaben desselben, beim Auftreten von Pflanzenkrankheiten Interessenten mit Rath zur Seite zu stehen. Hiervon wurde seitens der praktischen Landwirthe, Gärtner u. s. w. in ausgiebigster Weise Gebrauch gemacht. Denn während anfangs, also 1891 und 1892, 30 resp. 56 Anfragen eingelaufen waren, hatte sich 1899 die Zahl derselben allmählich auf etwa 600 gesteigert, ganz abgesehen von den nicht den eigentlichen Pflanzenschutz be-

treffenden, die in den vorstehenden Zahlen nicht mit einbegriffen sind. Und gerade auf diese Art der Thätigkeit legte Frank ganz besonderen Werth und suchte dieselbe nach Kräften zu fördern, obgleich sie ihm selbst, wie auch seinen Mitarbeitern viel Zeit kostete. Die Folge dieser Auskunftsertheilung war, dass sein Institut die innigste Fühlung mit der Praxis hatte, was zwar ungemein fördernd auf die Arbeiten wirkte, andererseits freilich auch eine gewisse Zersplitterung der Kräfte im Laufe der Zeit naturgemäss nach sich zog.

Neben der geschilderten Thätigkeit und der Veröffentlichung der dabei erhaltenen Resultate etc. hat Frank auch sonst noch auf litterarischem Gebiet Hervorragendes geleistet. Eine ganze Reihe von selbstständigen Werken hat er verfasst, wie die Zusammenstellung seiner Veröffentlichungen zeigt. Verwiesen sei aus der Zahl derselben nur kurz auf die in mehreren rasch auf einander folgenden Auflagen der „Pflanzentabellen", ferner auf die Neubearbeitung von Leunis' Synopsis in drei Bänden, sein 1890 erschienenes Lehrbuch der Pflanzenphysiologie, das 1896 in zweiter Auflage herauskam, ferner das schon erwähnte, 1880 zuerst als selbstständiges und 1895/96 in zweiter Auflage als dreibändiges Werk erschienene Buch „Die Krankheiten der Pflanzen". Ein für die sich mit Fragen des Pflanzenschutzes beschäftigenden praktischen Landwirthe namentlich auch wegen seiner vielen colorirten Abbildungen besonders werthvolles Buch ist sein „Kampfbuch gegen die Schädlinge landwirthschaftlicher Culturpflanzen", in dem er ein ausgezeichnetes, leicht verständliches und anregendes, den Bedürfnissen der Praxis entsprechendes Werk geschaffen hat, sowie der kleine, im Auftrage der Deutschen Landwirthschafts-Gesellschaft 1892 und in zweiter Auflage 1896 gemeinschaftlich mit Prof. Sorauer herausgegebene „Pflanzenschutz", der ebenfalls in der landwirthschaftlichen Praxis weit verbreitet und sehr beliebt ist. Besonders erwähnt sei noch, dass ihm auch die Neubearbeitung des trefflichen Sachs'schen Lehrbuches der Botanik zuertheilt wurde, welches er 1892/93 der Oeffentlichkeit übergab. Er hat sich dieser Aufgabe mit grosser Hingabe unterzogen und dieselbe mit Geschick gelöst, wenngleich ihm von einigen Seiten u. a. der Vorwurf gemacht wird, dass er seinen Lieblingsgebieten, wie z. B. der Stickstofffrage, einen allzugrossen Raum in demselben gewährt habe.

Neben seiner forschenden und schriftstellerischen Thätigkeit lag Frank mit nicht minder grossem Eifer seinem Amt als Lehrer ob. Er gehörte bis an sein Lebensende zu den beliebtesten Docenten der Königl. Landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin, denn seine Vorlesungen zeichneten sich durch grosse Klarheit aus. Nur die elementarsten Kenntnisse voraussetzend, baute er, von diesen ausgehend, seine Vorträge nach wohldurchdachtem Plan, schrittweise vorwärts-

gehend, auf, so dass jeder Schüler ihm mit Leichtigkeit folgen konnte. Mit ruhigen Worten wusste er seine Hörer zu überzeugen und ihnen das Interesse für den Gegenstand einzuflössen, an dem er selbst mit solcher Begeisterung hing. Er bereitete die einzelnen Collegien sorgfältig vor, um seine Worte durch möglichst instructive Demonstrationsobjecte, die ihm in so reichlicher Menge zur Verfügung standen, zu erläutern. Hierbei benutzte er vielfach auch seine in Gemeinschaft mit TSCHIRCH herausgegebenen Wandtafeln, die, wenn sie auch hinsichtlich der technischen Ausführung und der Wiedergabe von Einzelheiten diejenigen von KNY nicht erreichen, sich doch gerade für solche Unterrichtszwecke als sehr geeignet erwiesen haben.

Aus FRANK's Institut sind auch eine ganze Reihe von Männern der Wissenschaft, sowohl des In- wie des Auslandes hervorgegangen. Indessen war dies in früheren Jahren mehr als in den letzten der Fall, denn merkwürdiger Weise legte FRANK später auf diese Art Lehrthätigkeit keinen allzu grossen Werth mehr. Er war zu sehr mit Arbeiten anderer Art überhäuft, um sich genügend mit seinen Praktikanten beschäftigen zu können, auch war der Raum in seinem Institut durch die pflanzenschutzliche Thätigkeit und speciell die vielen Eingänge aus der Praxis zu sehr beschränkt.

Da er das Wort meisterhaft beherrschte, so war er auch ausserhalb der Hochschule ein stets gern gehörter Redner. An manchem Abend hat er im Club der Landwirthe über seine eigenen Forschungen und diejenigen anderer berichtet, und ebenso in landwirthschaftlichen Vereinen über neue Errungenschaften auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und des Pflanzenschutzes, soweit dieselben für die Praxis in Betracht kamen, Vorträge gehalten, die zu den besuchtesten gehörten, und dabei die Anwesenden durch seine klare Vortragsweise an sich zu fesseln gewusst, wofür weite Kreise ihm zu Dank verpflichtet sind.

Neben seiner so umfangreichen Thätigkeit als Professor an der Kgl. Landwirthschaftlichen Hochschule bekleidete FRANK seit der Gründung der Deutschen Botanischen Gesellschaft das Amt des 1. Schriftführers derselben, an deren Verhandlungen er stets regen Antheil nahm, und in deren Sitzungen er, wenn es ihm irgend möglich war, nicht fehlte.

Ausserdem war der Verstorbene stellvertretender Vorsitzender des Sonderausschusses für Pflanzenschutz, und auch als solcher entfaltete er eine ausserordentlich rege Thätigkeit. Nicht nur, dass er die schon erwähnten Auskünfte an Interessenten ertheilte, sondern er stand auch mit den einzelnen Auskunftsstellen für Pflanzenschutz der Deutschen Landwirthschaftsgesellschaft, von denen er selbst eine solche für Brandenburg innehatte, in regem brieflichen Verkehr, und alljährlich bearbeitete er mit SORAUER zusammen die an den

einzelnen Stellen gesammelten Notizen über beobachtete Pflanzenkrankheiten zu den bekannnten „Jahresberichten“, von denen bis zu seinem Tode 9 erschienen sind. Sie geben ein beredtes Zeugniss von der Thätigkeit dieses Ausschusses und damit auch von derjenigen Frank's selbst, denn der erste, im Jahre 1892 erschienene, umfasste 106 Nummern, der 1899 veröffentlichte — der letzte, an dessen Herausgabe Frank betheiligt war — dagegen fast 3000! Es ist dies wohl zum nicht geringsten Theil auch dem Frank'schen Eifer und dessen Rührigkeit mit zu danken. Grosses hat der Verstorbene für den Pflanzenschutz gethan, und einen ungeahnten Aufschwung hat dieser Zweig der Wissenschaft durch seine Bestrebungen genommen; dass freilich trotzdem noch gewaltige Aufgaben ihrer Lösung harren, dessen war auch er selbst sich sehr wohl bewusst. Vor allem fehlt es noch an Einheitlichkeit der Bestrebungen und „an einem gemeinsamen Vorgehen, namentlich gegen die schlimmsten Feinde des Pflanzenbaues, denn ein solches gehört“, so führte er in seiner am 26. 1. 96 gehaltenen Festrede aus Anlass des Geburtstages S. M. des Kaisers aus, „gerade auf diesem Gebiete mit zu den Bedingungen des Erfolges“. —

An Anerkennung seiner grossen Verdienste, sowie an Ehrenbezeugungen hat es Frank nicht gefehlt. Er bekleidete in den Jahren 1895—97 das Amt eines Rectors an der Kgl. Landwirthschaftlichen Hochschule, erhielt damals auch den Rothen Adlerorden IV. Klasse und 1897 die Centennarmedaille, und 1899 bei seiner Berufung an das Kaiserl. Gesundheitsamt wurde er zum Kaiserl. Geheimen Regierungsrath ernannt. Schon als Professor an der Landwirthschaftlichen Hochschule wurde er ferner in wichtigeren pflanzenschutzlichen Fragen nicht nur vom preussischen Ministerium für Landwirthschaft etc., sondern vielfach auch von anderen höheren Behörden zu gutachtlichen Aeusserungen hinzugezogen, und auch in dieser Beziehung haben ihm die Deutsche Landwirthschaft und die verwandten Gewerbe viel zu verdanken. —

Etwa 18 Jahre lang hatte Frank in der geschilderten Weise an der Kgl. Landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin selbst mit unermüdlichem Fleiss geschafft, anregend auf seine Umgebung gewirkt und auch weitere Kreise für seine Wissenschaft, speciell für die Pflanzenkrankheiten zu interessiren gewusst und erkennen gelehrt, von welch einer Bedeutung gerade diese Wissenschaft für den Landwirth, Forstmann und Gärtner ist, als er im Jahre 1899 einem Ruf an das Kaiserliche Gesundheitsamt folgte, woselbst ihm die neu errichtete Biologische Abtheilung für Land- und Forstwirthschaft unterstellt wurde. Eine neue schwere Aufgabe trat damit an ihn heran; leider war es ihm nicht vergönnt, sich derselben, der er sich mit Freudigkeit hingegeben hatte, lange zu widmen. Auch in seiner

nenen Stellung, in der Verwaltungsgeschäfte seine Zeit sehr in Anspruch nahmen, und in der er nebenamtlich noch als Lehrer der Pflanzenpathologie an der Kgl. Landwirthschaftlichen Hochschule thätig blieb, hat er sich wiederum eifrig wissenschaftlichen Forschungen hingegeben. Grosse, über viele Jahre sich erstreckende Arbeiten hatte er begonnen, als eine Magenerkrankung ihn befiel, die anfangs zwar leicht und unbedeutend erschien, sich bald aber derart verschlimmerte, dass er im Anfang des Sommers 1900 plötzlich seine Thätigkeit unterbrechen und Kissingen, sowie Oberhof aufsuchen musste. Doch die ärztliche Kunst war umsonst; krank kehrte er nach einigen Wochen nach Berlin zurück, woselbst ein schnell fortschreitender Kräfteverfall sich bald bemerkbar machte. Aber er selbst hoffte noch immer auf Wiederherstellung seiner Gesundheit und, an Unthätigkeit nicht gewöhnt, versuchte er auch jetzt noch zu schaffen und zu arbeiten, bis ein heftiger Bluterguss ihn nöthigte, am 11. September das Bett aufzusuchen, aus dem er sich nicht wieder erheben sollte. Am Donnerstag, den 27. September 1900, verschied er frühmorgens sanft, betrauert von seiner Frau, seiner Tochter und seinem Schwiegersohn, dem Oekonomierath Dr. MÜLLER-Darmstadt, nicht minder aber von seinen Collegen und allen denen, die ihm dienstlich oder wissenschaftlich nahe gestanden hatten. Die Leiche wurde nach Darmstadt überführt. Die reiche Betheiligung an der in Berlin stattgehabten Leichenfeier am 29. September bewies, welch allgemeiner Anerkennung sich der Entschlafene erfreute.

## Verzeichniss der FRANK'schen Veröffentlichungen.[1])

### A. Lehrbücher etc.

1. Pflanzentabellen. Leipzig (SCHMIDT & GÜNTHER), III. Aufl. 1877, IV. Aufl. 1881, V. Aufl. 1887, VI. Aufl. 1891, VII. Aufl. 1897.
2. Grundzüge der Pflanzenphysiologie. Hannover (HAHN) 1882.
3. Die Krankheiten der Pflanzen. Breslau (TREWENDT), I. Aufl. 1880, II. Aufl. 1895/96.
4. LEUNIS'sche Schulnaturgeschichte. Hannover (HAHN), IX. Aufl. 1879, X. Aufl. 1884, XI. Aufl. 1890, XII. Aufl. 1900.
5. LEUNIS, Synopsis der Pflanzenkunde. Hannover (HAHN), II. Aufl, 1877, III. Aufl. 1883/86.

1) Bei der ausserordentlich regen litterarischen Thätigkeit FRANK's, sowie seiner Gewohnheit, über ein und denselben Gegenstand in verschiedenen Zeitschriften zu berichten, ist es sehr schwierig, eine vollständige Zusammenstellung aller seiner Publicationen zu geben. Auch dieses Verzeichniss dürfte noch nicht ganz lückenfrei sein, doch hoffe ich, wenigstens die wichtigsten Arbeiten des Verstorbenen aufgeführt zu haben.

5a. LEUNIS, Analytischer Leitfaden für den ersten wissenschaftlichen Unterricht in der Naturgeschichte. Hannover (HAHN), VIII. Aufl. 1878, IX. Aufl. 1886, X. Aufl. 1890, XI. Aufl. 1895.
6. Lehrbuch der Botanik. Leipzig (ENGELMANN) 1892/93.
7. Lehrbuch der Pflanzenphysiologie. Berlin (PAREY), I. Aufl. 1890, II. Aufl. 1896.
8. Pflanzenkunde für niedere und mittlere Landwirthschaftsschulen. Hannover und Leipzig (HAHN) 1894.
9. — und SORAUER: Pflanzenschutz. Sammlung von Arbeiten der Deutschen Landwirthschafts-Gesellschaft, I. Aufl. 1892, II. Aufl. 1896.
10. Kampfbuch gegen die Schädlinge unserer Feldfrüchte. Berlin (PAREY) 1897.
11. — und KRÜGER: Schildlausbuch. Berlin (PAREY) 1900.

Ferner gehören hierher, als selbstständig im Buchhandel erschienen: Nr. 20, 46, 58, 69, 79, 82, 163, 196, 200, 203—208.

## B. Specielle Arbeiten[1]).

### I. Aus dem Gebiet der allgemeinen Botanik.

a) Arbeiten aus der I. Periode.

12. Ein Beitrag zur Kenntniss der Gefässbündel. Bot. Z. 1864.
13. Ueber die anatomische Bedeutung und die Entstehung der vegetabilischen Schleime. PRINGSH. Jahrb. 1866.
14. Chemische Untersuchung der vegetabil. Schleime. Jahrb. für pract. Chemie XCV.
15. Ueber die Entstehung der Intercellularräume der Pflanzen. 1867.
16. Fluorescenzerscheinungen als Ursache der Farben von Pflanzentheilen. Bot Z. 1867.
17. Ueber die Einwirkung der Gravitation auf das Wachsthum einiger Pflanzentheile. Bot. Z. 1868.
18. Ueber HOFMEISTER's Einwendungen gegen meine Lehre vom Geotropismus. Bot. Z. 1868.

1) Gebrauchte Abkürzungen:

Ber. D. B. G. = Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft.
Bot. C. = Botanisches Centralblatt.
Bot Z. = Botanische Zeitung.
Bact. C. = Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde II.
D. L. G. = Deutsche Landwirthschafts-Gesellschaft.
D. Ldw. Pr. = PAREY's Deutsche landwirthschaftliche Presse.
Ldw. Jahrb. = THIEL's landwirthschaftliche Jahrbücher.
Z. f. Pflkrkh. = SORAUER's Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten.
Z. d. V. f. R.-Z.-Ind. = Zeitschrift des Vereins für die Rübenzucker-Industrie.

19. Ueber die Bedingungen der horizontalen Stellung von Pflanzentheilen. 1868.
20. Die natürliche wagerechte Richtung von Pflanzentheilen und ihre Abhängigkeit von dem Einfluss des Lichtes und von der Gravitation. Leipzig 1870.
21. Ueber die Veränderung der Lage der Chlorophyllkörner und des Protoplasmas in der Zelle und deren innere und äussere Ursachen. PRINGSH. Jahrb. 1871.
22. Ueber lichtwärts sich bewegende Chlorophyllkörner. Bot. Z. 1871.
23. Ueber die Lage und Richtung schwimmender und submerser Pflanzentheile. COHN's Beiträge zur Biologie der Pflanzen 1872.
24. Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Differenzirung der Ober- und Unterseite bilateraler Gebilde. 1872.
25. Ueber den Einfluss des Lichtes auf den bilateralen Bau der symmetrischen Zweige von *Thuja orientalis*. PRINGSH. Jahrb. 1873. Dgl. Tagebl. der Naturforscher-Versammlung. Leipzig 1872.
26. Zur Frage über den Transversalgeotropismus und Heliotropismus. Bot. Z. 1873.
27. Ueber das Verhalten der Gonidien im Thallus einiger homoeomerer und heteromerer Krustenflechten. 1874. Dgl. Naturforscher-Versammlung Wiesbaden 1873.
28. Ueber die Entwickelung einiger Blüthen mit besonderer Berücksichtigung der Theorie der Interponirung. PRINGSH. Jahrb. 1875.
29. Ueber die einseitige Beschleunigung des Aufblühens einiger kätzchenartiger Inflorescenzen durch die Einwirkung des Lichtes. COHN's Beiträge zur Biologie der Pflanzen 1875.
30. Ueber die biologischen Verhältnisse des Thallus einiger Krustenflechten. Ebenda 1877.
31. Ueber das Hypochlorin und seine Entstehungsbedingungen. Bot. C. X. Dgl. Sitzungsber. des botan. Vereins für die Provinz Brandenburg 1882.

### b) Die Stickstoff-Frage betreffend.

32. Ueber die Parasiten in den Wurzelanschwellungen der Papilionaceen. Bot. Z. 1879.
33. Ueber die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Bäume durch unterirdische Pilze. Ber. D. B. G. 1885.
34. Neue Mittheilungen über die Mycorrhiza der Bäume und *Monotropa hypopitys*. Ebenda. Dgl. Tagebl. der Naturforscher-Versammlung Strassburg 1885.
35. Ueber den gegenwärtigen Stand der Trüffelfrage etc. WITTMACK's Gartenzeitung 1885.

36. Ueber die Quellen der Stickstoffernährung der Pflanzen. Ber. D. B. G. 1886.
37. Ueber die Mikroorganismen des Erdbodens. Ebenda 1886.
38. Ueber die Mikroorganismen des Erdbodens und ihre Beziehungen zu den oxydirenden Processen im Boden (Vortrag). Deutsche Medicinalzeitung 1866.
39. Ueber die Ursache der Nitrification der Ammoniaksalze im Erdboden. D. Ldw. Pr. 1887.
40. Ueber Salpeterbildung im Boden. Ebenda 1887.
41. Ursprung und Schicksal der Salpetersäure in der Pflanze. Ber. D. B. G. 1887.
42. Ueber neue *Mycorrhiza*-Formen. Ebenda 1887.
43. Sind die Wurzelanschwellungen der Erlen und Elaeagnaceen Pilzgallen? Ebenda 1887.
44. Ueber die Mikroorganismen des Erdbodens. WOLLNY's Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik X 1887.[1])
45. Bemerkungen zu dem PLATH'schen Aufsatz: Ueber Nitrification des Ammoniaks und seiner Salze. Ldw. Jahrb. 1887.
46. Untersuchungen über die Ernährung der Pflanze mit Stickstoff und über den Kreislauf desselben in der Landwirthschaft. Ebenda 1888.
47. Ueber den Einfluss, welchen das Sterilisiren des Erdbodens auf die Pflanzenentwickelung ausübt. Ber. D. B. G. 1888.
48. Ueber die Symbiose der Pflanzenwurzeln mit Pilzen. Naturwissenschaftliche Wochenschrift 1888.
49. Ueber die physiologische Bedeutung der Mycorrhiza. Ber. D. B. G. 1888.
50. Ueber die stickstoffbindenden Algen des Ackerbodens. Chemiker-Zeitung 1888. Vgl. Naturforscher-Versammlung Cöln 1888.
51. Bemerkungen zu KREUSLER's Artikel: Zum Nachweis von Nitraten im Erdboden. Ldw. Jahrb. 1888.
52. Ueber den experimentellen Nachweis der Assimilation freien Stickstoffs durch erdbewohnende Algen. Ber. D. B. G. 1889.
53. Ueber den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse der Assimilation elementaren Stickstoffs durch die Pflanze. Ebenda 1889.
54. Ueber die Pilzsymbiose der Leguminosen. Ebenda 1889.
55. Was nützen den Waldbäumen die Wurzelpilze? Forstliche Blätter 1889.
56. Ueber Assimilation von Stickstoff aus der Luft durch *Robinia Pseudacacia*. Ber. D. B. G. 1890.
57. — und OTTO: Untersuchungen über Stickstoffassimilation der Pflanze. Ebenda 1890.

1) Citirt nach JUST, Jahresberichte.

58. Ueber die Pilzsymbiose der Leguminosen. Ldw. Jahrb. 1890.
59. Ueber die Symbiose der Leguminosen (Vortrag). Nachrichten aus dem Club der Landwirthe 1890. Dgl. Naturforscher-Versammlung 1889.[1])
60. Ueber die Pilzsymbiose der Leguminosen. Naturwissenschaftliche Wochenschrift 1890.
61. In wie weit ist der freie Luftstickstoff für die Ernährung der Pflanzen verwerthbar? D. Ldw. Pr. 1891.
62. — und OTTO: Ueber einige neuere Versuche betreffs der Stickstoff-Assimilation in der Pflanze. Ebenda 1891.
63. Ueber die auf Verdauung von Pilzen abzielende Symbiose der mit endotrophen Mycorrhizen begabten Pflanzen, sowie der Leguminosen und Erlen. Ber. D. B. G. 1891.
64. — und OTTO: Untersuchungen über die Stickstoffassimilation in der Pflanze. Naturwissenschaftliche Wochenschrift 1891.
65. Die Ernährung der Kiefer durch ihre Mycorrhizapilze. Ber. D. B. G. 1892.
66. Ueber den Dimorphismus der Wurzelknöllchen der Erbse. Ebenda 1892.
67. Ueber MÖLLER's Bemerkungen bezüglich der dimorphen Wurzelknöllchen der Erbse. Ebenda 1892.
68. Ueber die auf den Gasaustausch bezüglichen Einrichtungen und die Thätigkeit der Wurzelknöllchen der Leguminosen. Ebenda 1892.
69. Die Assimilation des freien Stickstoffs bei den Pflanzen in ihrer Abhängigkeit von Species, von Ernährungsverhältnissen und von Bodenarten. Ldw. Jahrb. 1892.
70. Noch ein Wort zur Stickstofffrage. D. Ldw. Pr. 1893.
71. Die Assimilation des freien Stickstoffs durch die Pflanzenwelt. Bot. Z. 1893.
72. Die Bedeutung der *Mycorrhiza*-Pilze für die gemeine Kiefer. Forstwissenschaftliches Centralblatt 1894.
73. Neue Stimmen über die Stickstofffrage. D. Ldw. Pr. 1894.
74. Besprechung der AEBY'schen Arbeit: Beitrag zur Frage der Stickstoffernährung der Pflanzen. Z. d. V. f. R.-Z.-Ind. 1896.
75. Die bisher erzielten Ergebnisse der Nitraginimpfung. Ldw. Versuchsstationen. 1898.

c) Verschiedenes.

76. Ueber die Gummibildung im Holze und deren physiologische Bedeutung. Ber. D. B. G. 1884.

1) Citirt nach JUST, Jahresberichte.

77. Ein in einem Rohrzuckernachproduct gefundener gefärbter Pilz. Z. d. V. f. R.-Z.-Ind. 1891.
78. — und Krüger: Ueber den Reiz, welchen die Behandlung mit Kupfer auf die Kartoffelpflanze hervorbringt. Ber. D. B. G. 1894.
79. — und Krüger: Ueber den directen Einfluss der Kupfervitriol-Kalkbrühe auf die Kartoffelpflanze. Arbeiten der D. L.-G., Heft 2, 1895.
80. Erhöhung der Kartoffelerträge durch die Beizung der Saatkartoffeln. D. Ldw. Pr. 1898.
81. Das Beizen der Saatkartoffeln. Zeitschrift für die Spiritus-Industrie 1898.

d) Wandtafeln.

82. — und Tschirch: Wandtafeln für den Unterricht in der Pflanzenphysiologie an landwirthschaftlichen und verwandten Lehranstalten.

**II. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz betreffend.**

a) Krankheiten des Getreides.

*α*) Die „neuen Getreidepilze“.

83. Das Umfallen des Roggens, eine in diesem Jahre erschienene pilzparasitäre Krankheit. D. Ldw. Pr. 1894.
84. Die diesjährigen neuen Getreidepilze. Ebenda 1894.
85. Der neue Roggenpilz. Deutsche Landwirthschafts-Zeitung 1894.
86. Ueber die in Deutschland neu aufgetretenen Getreidepilze aus der Abtheilung der Pyrenomyceten. Z. f. Pflkrkh. 1895.
87. Die neuen deutschen Getreidepilze. Ber. D. B. G. 1895.
88. Ist die Gerste eine schädliche Vorfrucht für den Weizen? D. Ldw. Pr. 1893.
89. Beeinflussung von Weizenschädlingen durch Bestellzeit und Chilisapeterdüngung. Arbeiten der biol. Abth. für Land- und Forstwirthschaft am Kaiserl. Gesundheitsamt 1900.

*β*) Thierische Schädlinge.

90. Auftreten von *Jassus sexnotatus* in der Niederlausitz im Jahre 1892. Z. f. Pflkrkh. 1893.
91. Die Zwergcikade. D. Ldw. Pr. 1894.
92. Fangpflanzensaaten gegen Fritfliege. Wiener landwirthschaftliche Zeitung 1900.
93. Beschädigung des Wintergetreides durch die Getreideblumenfliege (*Hylemyia coarctata*). Arbeiten aus der biol. Abth. für Land- und Forstwirthschaft am Kaiserl. Gesundheitsamte 1900.

γ) Verschiedenes.

94. Befall des Getreides durch *Cladosporium* und *Phoma*. Z. f. Pflkrkh. 1893.
95. Der Lupinenrost, ein neuer Feind der Lupinen. D. Ldw. Pr. 1893.
96. Pflügt zeitig die Stoppeln unter! D. Ldw. Pr. 1895.
97. Ueber die Zerstörung der Gerste durch einen neuen Getreidepilz. Wochenschrift für Brauerei 1897.
98. Die neueren Forschungen über den Getreiderost und andere damit verwechselte schädliche Pilze (Vortrag). Nachrichten aus dem Club der Landwirthe zu Berlin 1898.
99. Beeinflussung von Weizenschädlingen durch Bestellzeit und Chilisalpeter-Düngung. Arbeiten aus der biol. Abth. für Land- und Forstwirthschaft am Kaiserl. Gesundheitsamt 1900. (Versehentlich doppelt aufgeführt, cfr. 89.)
100. Die eigenthümlichen diesjährigen Frostbeschädigungen am Roggen. D. Ldw. Pr. 1900.

b) Krankheiten der Zuckerrüben.

α) Phoma Betae.

101. Ueber *Phoma Betae*, einen neuen parasitischen Pilz, welcher die Zuckerrüben zerstört. Z. d. V. f. R.-Z.-Ind. 1892.
102. *Phoma Betae* Frank, ein neuer Rübenpilz. Z. f. Pflkrkh. 1893.
103. Die neue Rübenseuche, *Phoma Betae* Frank, und ihr gegenwärtiger Stand. D. Ldw. Pr. 1893.
104. Neuere Beobachtungen über *Phoma Betae*. Ebenda 1894; ferner Z. d. V. f. R.-Z.-Ind. 1894.
105. Zur Bekämpfung von *Phoma Betae*. Z. d. V. f. R.-Z.-Ind. 1894.
106. Vorläufige Mittheilungen und Beobachtungen über *Phoma Betae*. Ebenda 1894.
107. Mittheilungen über *Phoma Betae*. Der Landwirth 1894.
108. Kampf gegen *Phoma Betae*. Blätter für Zuckerrübenbau 1894.
109. Wiederauftreten von *Phoma Betae*. Ebenda 1894.
110. Die Resultate der bisherigen Untersuchungen über *Phoma Betae*. Ebenda 1895.
111. Ueber die biologischen Verhältnisse des die Herz- und Trockenfäule der Rüben erzeugenden Pilzes. Ber. D. B. G. 1895.
112. Mittheilungen über die Herz- und Trockenfäule der Zuckerrüben aus dem Jahre 1895. Z. d. V. f. R.-Z.-Ind. 1895.
113. Neue Untersuchungen über *Phoma Betae*. 2 Theile. Ebenda 1895.
114. Bericht über Versuche zur Bekämpfung der Herz- und Trockenfäule der Zuckerrüben im Jahre 1896. Ebenda 1896.

115. Die Bemerkungen der Landwirthschaftskammer für die Provinz Sachsen über die Bekämpfung der Herz- und Trockenfäule der Rüben. Blätter für Zuckerrübenbau 1896. Dgl. in D. Ldw. Pr. 1896.
116. Neue Ergebnisse der Untersuchungen über die Herz- und Trockenfäule der Zuckerrüben. Blätter für Zuckerrübenbau 1896.
117. *Phoma Betae*-Krankheit der Rübenpflanzen. Ebenda 1896.
118. Der Charakter des Jahres 1896 betreffs der *Phoma Betae*-Krankheiten der Zuckerrüben. Ebenda 1896.
119. Ergebnisse der im Jahre 1896 angestellten Feldversuche gegen die Herz- und Trockenfäule der Zuckerrüben. Ebenda 1897.
120. Ueber die durch *Phoma Betae* verursachte Blattflecken- und Samenstengelkrankheit der Rüben. Z. d. V. f. R.-Z.-Ind. 1898.
121. Beobachtungen über *Phoma Betae* aus dem Jahre 1898. Blätter für Zuckerrübenbau 1898.

β) Thierische Schädlinge.

122. Massregeln gegen den Schildkäfer der Rüben. Blätter für Zuckerrübenbau 1896.

γ) Verschiedenes.

123. Besprechung der JENSEN'schen Arbeit: Die Verbreitung, Ursache und Bekämpfung des Wurzelbrandes. Z. d. V. f. R.-Z.-Ind. 1894.
124. Neuere Beoachtungen über die Blattfleckenkrankheit der Rüben (*Cercospora beticola*). Ebenda 1897.
125. Ist es praktisch gerechtfertigt, dass die Sämereien, insbesondere die Zuckerrübensamen auf Behaftung mit parasitären Keimen untersucht werden und daraus eine Beeinflussung des Samenhandels hergeleitet wird? Blätter für Zuckerrübenbau 1899.
126. Der Gürtelschorf der Zuckerrüben. D. Ldw. Pr. 1899.

c) Krankheiten der Kartoffeln.

α) Kartoffelfäule.

127. Ueber die Ursachen der Kartoffelfäule. Bact. C. 1897.
128. Ueber Kartoffelnematoden. Zeitschr. für die Spiritusind. 1896.
129. Neuere Forschungen über die Ursache des Faulens der Kartoffeln. Ebenda, Ergänzungsheft II. 1897.
130. Neue Ergebnisse über die Ursachen der Kartoffelfäule. D. Ldw. Pr. 1897.
131. Welche Verbreitung haben die verschiedenen Erreger der Kartoffelfäule in Deutschland? Ebenda 1898.
132. Untersuchungen über die verschiedenen Erreger der Kartoffelfäule. Ber. D. B. G. 1898.

β) Thierische Schädlinge.

Conf. sub Nr. 127—132

γ) Verschiedenes.

133. FRANK und KRÜGER: Untersuchungen über den Schorf der Kartoffeln. Zeitschr. für die Spiritusindustr. Ergänzungsheft I, 1896.
134. Eine neue Kartoffelkrankheit? Bact. C. 1897.
135. Bemerkungen über die Kräuselkrankheit und verwandte Staudenkrankheiten der Kartoffeln. Ebenda 1898.
136. Die Bacterienkrankheiten der Kartoffeln. Ebenda 1899.
137. Zur Frage der Behandlung des Kartoffelkrautes nach der Ernte. Illustrirte Landwirthschaftliche Zeitung 1899.

d) Krankheiten der Obstbäume.

α) Gnomonia erythrostoma.

138. Ueber *Gnomonia erythrostoma*, die Ursache einer jetzt herrschenden Blattkrankeit der Süsskirschen im Alten-Lande, nebst Bemerkungen über Infection bei blattbewohnenden Ascomyceten der Bäume überhaupt. Ber. D. B. G. 1886.
139. Ueber eine neue Krankheit des Kirschbaums. Sächsische landwirthschaftliche Zeitung 1886.
140. Die jetzt herrschende Krankheit der Süsskirschen im Alten-Lande. Schw. Jahrb. 1887.
141. Eine neue Kirschenkrankheit im Alten-Lande. Gartenflora 1887.
142. Ueber die Bekämpfung der durch die *Gnomonia erythrostoma* verursachten Kirschbaumkrankheit im Alten-Lande. Ber. D. B. G. 1887.
143. Die neue Krankheit der Kirschbäume. Mitth. des Oberschles. Gartenbau-Vereins 1888.
144. Ueber die Verbreitung der die Kirschbaumkrankheit verursachenden *Gnomonia erythrostoma*. Hedwigia 1888.
145. Das diesjährige Ergebniss der Bekämpfung der Kirschbaumseuche im Alten-Lande. Gartenflora 1889.
146. Ueber den Verlauf der Kirschbaum-*Gnomonia*-Krankheit in Deutschland. Z. f. Pflkrkh. 1891.

β) Monilia-Krankheit.

147. FRANK und KRÜGER: Die *Monilia*-Epidemie der Kirschbäume. Gartenflora 1897.
148. — und KRÜGER: Weitere Mittheilungen über die *Monilia*-Epidemie und verwandte Krankheitserscheinungen der Kirschbäume. Ebenda 1897.
149. — und KRÜGER: Der Ueberwinterungszustand der Kirschbaum-*Monilia*. Ebenda 1898.

150. Massregeln gegen die *Monilia*-Krankheit der Kirschbäume. Ebenda 1898. — Dasselbe in Mittheilungen der D. L.-G. 1898.
151. Die im Jahre 1898 gemachten Erfahrungen über das Auftreten und die Bekämpfung der *Monilia*-Krankheit der Obstbäume. Illustr. Landwirthschaftliche Zeitung 1898.
152. — und KRÜGER: Ueber die gegenwärtig herrschende *Monilia*-Epidemie der Obstbäume. Ldw. Jahrb. 1889.
153. Berichtigungen zu WEHMER's Artikel über *Monilia fructigena*. Ber. D. B. G. 1899.

γ) Schorfkrankheit der Obstbäume.

154. Aufforderung zum Kampf gegen die *Fusicladium*- oder Schorfkrankheit des Kernobstes. D. Ldw. Pr. 1899.
155. Desgl. Flugschrift Nr. 1 der biologischen Abth. des Kaiserl. Gesundheitsamtes 1899.

δ) Obstbaumschildläuse.

156. FRANK und KRÜGER: Die europäischen Verwandten der San José-Schildlaus. Gartenflora 1898.
157. — und KRÜGER: Ist die San José-Schildlaus in den deutschen Obstculturen vorhanden? D. Ldw. Pr. 1898.
158. — und KRÜGER: Noch einmal die europäischen Verwandten der San José-Schildlaus. Ebenda 1898.
159. Das Tyroler Obst und die San José-Schildlaus. Ebenda 1898.
160. — und KRÜGER: Schildlausbuch. Berlin 1900. (Conf. 11.)
161. Das Preisausschreiben des Stettiner Gartenbau-Vereins über Insectenwanderungen zwischen den Vereinigten Staaten von Nordamerika und Deutschland. Gartenflora 1900.
162. Neues über einheimische Obstschildläuse im Vergleich zur San José-Schildlaus. D. Ldw. Pr. 1899.
163. Ferner bearbeitete FRANK einen Theil der vom Kaiserlichen Gesundheitsamt herausgegebenen Denkschrift: Die San José-Schildlaus. Berlin [SPRINGER] 1898.

ε) Thierische Schädlinge (excl. Schildläuse).

164. Ueber die Kirschfliege (*Spilographa Cerasi*) und ihre Bekämpfung. Z. f. Pflkrkh. 1891.
165. Die Bekämpfung der Kirschenmaden (Vortrag). Gartenflora 1891.

ζ) Verschiedenes.

166. Das Kirschbaumsterben am Rhein. D. Ldw. Pr. 1899.
167. Gelungene Infectionsversuche mit dem Pilze des rheinischen Kirschbaumsterbens. D. Ldw. Pr. 1900.
168. Mittheilungen über das *Clasterosporium Amygdalearum*. Arbeiten der biol. Abth. für Land- und Forstwirthschaft am Kaiserl. Gesundheitsamt. Bd. 1.

### c) Krankheiten verschiedener Kulturpflanzen.

#### α) Pilzliche und pflanzliche Schädlinge.

169. Ueber einige Schmarotzerpilze, welche Blattfleckenkrankheiten verursachen (*Isariopsis pusilla*, *Ramularia*, *Cercospora*). Bot. Z. 1878.
170. Notiz über den Zwiebelbrand. Bot. Z. 1880.
171. Ueber das Abfallen der Lindenblätter, verursacht durch *Ascochyta Tiliae*. Monatsschrift des Vereins zur Beförderung des Gartenbaues in den kgl. preussischen Staaten. 1881.
172. Der Rapsschimmel, die Sklerotienkrankheit des Rapses oder der Rapskrebs. FÜHLING's Landwirthschaftl. Zeitung 1881.
173. Ueber *Peziza sclerotiorum* Lib. Verhandl. d. Bot. Vereins d. Prov. Brandenburg 1881.
174. Ueber einige neue und weniger bekannte Pflanzenkrankheiten (1. *Gloeosporium Lindemuthianum*. 2. *Hypochnus Cucumeris*. 3. *Fusicladium tremulae*. 4. *Polystigma rubrum*). Ldw. Jahrb. 1883.
175. Desgl. Ber. D. B. G. 1883.
176. Ueber einige neue und weniger bekannte Pflanzenkrankheiten. WITTMACK's Gartenzeitung 1887.
177. Ueber das Rosen-*Asteroma*. Rosenzeitung 1885.
178. Ueber ein parasitisches *Cladosporium* auf Gurken. Z. f. Pflkrkh. 1893.
179. Ein neuer Rebenschädling in Rheinhessen. Zeitschr. f. d. landw. Vereine des Grossherzogthums Hessen 1897.
180. — und KOTTMEIER: Beobachtung über einen an Kiefern schädigend auftretenden Pilz. Mündener forstliche Hefte 1897.
181. Ueber den Kleekrebs. Landbote 1897.
182. Beiträge zur Bekämpfung des Unkrautes durch Metallsalze. Arbeiten der Biol. Abth. f. Land- u. Forstwirthschaft am Kaiserl. Gesundheitsamt 1900.

182a. Conf. 95.

#### β) Thierische Schädlinge.

183. Angaben über das Wurzelälchen. Verhandl. d. bot. Vereins der Prov. Brandenburg 1881.
184. Ueber das Wurzelälchen und die durch dasselbe verursachten Beschädigungen der Pflanzen. Ldw. Jahrb. 1884.
185. Desgl. Ber. D. B. G. 1884.
186. Berichtigung der Angriffe des Herrn C. MÜLLER. Ebenda 1884.
187. Ueber das neuerdings vorgeschlagene Mittel, die Maikäferlarven mit *Botrytis tenella* zu vertilgen. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 1893.
188. Prüfung des Verfahrens, die Maikäferlarven mit *Botrytis tenella* zu vertilgen. D. Ldw. Pr. 1892.

189. Ueber eine Kräuselkrankheit der Mohrrübenblätter durch eine Aphide. Z. f. Pflkrkh. 1893.
190. Ein neuer Rosenfeind (Oculirmade). Gartenflora 1893.
191. Bekämpfung des Erbsenkäfers. D. Ldw. Pr. 1895.
192. Bekämpfung der Erdraupe durch die MOLL'sche Fanglaterne. Mittheil. d. D. L.-G. 1895.
193. — in Verbindung mit Prof. RÖRIG: Ueber Fanglaternen zur Bekämpfung landwirthschaftlich schädlicher Insecten. Ldw. Jahrb. 1896.
194. Die Bekämpfung der Wintersaateulen mittelst Fanglaternen. D. Ldw. Pr. 1896. Dasselbe. Der Landwirth 1896.
195. Der Erbsenkäfer, seine wirthschaftliche Bedeutung und seine Bekämpfung. Arbeiten der biol. Abth. f. Land- und Forstwirthschaft am Kaiserl. Gesundheitsamt 1900.

### f. Verschiedenes.

196. — und SORAUER: Jahresbericht über die Thätigkeit des Sonderausschusses für Pflanzenschutz; 1891 und 1892 im Jahrbuch der D. L.-G. erschienen, dann 1893 als Heft 5 der Arbeiten der D. L.-G., 1894 als Heft 8, 1895 als Heft 19, 1896 als Heft 26, 1897 als Heft 29, 1898 als Heft 38, 1899 als Heft 50.
197. Forschungen und Erfahrungen über Pflanzenkrankheiten aus dem Institut für Pflanzenphysiologie und Pflanzenschutz der Landwirthschaftlichen Hochschule. D. Ldw. Pr. 1896.
198. Die Pflanzenschutzthätigkeit des Instituts für Pflanzenphysiologie und Pflanzenschutz an der Kgl Landwirthschaftlichen Hochschule 1897. Illustr. Landw. Zeitung 1897.
199. Uebersichtliche Zusammenstellung der praktisch wichtigsten Ergebnisse aus dem Bericht der D. L. G. über Pflanzenschutz von 1898. Illustr. Ldw. Ztg. 1898.
200. Die Entwickelung und Ziele des Pflanzenschutzes. Festrede zur Feier des Geburtstages S. M. des Kaisers, gehalten in der Kgl. Landwirthschaftlichen Hochschule am 26. 1. 96. Berlin (PAREY) 1896. Abdruck in der Gartenflora 1896.
201. Mittheilungen des Sonderausschusses für Pflanzenschutz bez. pflanzenschutzliche Nachrichten, erschienen seit 1898 von Zeit zu Zeit in den Mittheilungen der D. L.-G. im Original, sind dann in verschiedenen landwirthschaftlichen Zeitungen theils wörtlich, theils im Auszug abgedruckt.
202. Der Uebergang des Instituts für Pflanzenphysiologie und Pflanzenschutz zu Berlin an die biologische Abtheilung des Kaiserl. Gesundheitsamtes. D. Ldw. Pr. und im Abdruck in mehreren anderen landwirthschaftlichen Zeitungen 1899.

g. Farbendruckplakate mit Text.

203. Die Fritfliege.
204. Die Zwergcikade.
205. Die San José-Schildlaus.
506. Die *Fusicladium* oder Schorfkrankheit des Kernobstes.
207. — und KRÜGER: Die *Monilia*-Krankheit der Kirschbäume.
208. Der Weizenhalmtödter.

# Robert Hegler.

Von

G. KARSTEN.

Am 29. September 1900 starb in Stuttgart der Privatdocent der Botanik an der Universität Rostock, Dr. ROBERT HEGLER, 33 Jahre alt. Der Beginn seiner wissenschaftlichen Laufbahn liess die grössten Hoffnungen für die Zukunft gerechtfertigt erscheinen, doch ist es ihm nicht vergönnt gewesen, die auf ihn gesetzten Erwartungen zu erfüllen.

ROBERT HEGLER war am 24. Juni 1867 zu Esslingen geboren; sein Vater war Landgerichtsrath. HEGLER besuchte das Gymnasium in Stuttgart, verliess es jedoch vor dem Abiturientenexamen. Er trat in eine Apotheke ein, bestand nach zwei Jahren die pharmaceutische Prüfung und war ein weiteres Jahr in einer Schweizer chemischen Fabrik und Droguerie thätig. Nach Absolvirung der militärischen Dienstpflicht hörte und arbeitete HEGLER anderthalb Jahre in München an der Technischen Hochschule und an der Universität, ging wieder auf ein Semester an die mathematisch-naturwissenschaftliche Fachschule des Stuttgarter Polytechnikums und kam zum Herbst 1889 nach Leipzig, wo er hauptsächlich im botanischen Institut unter PFEFFER arbeitete. Nach einem Jahre wurde er dort dritter, nach zwei weiteren Jahren zweiter Assistent und blieb bis Ostern 1893 in dieser Stellung. Im Winter-Semester 1892/93 fand HEGLER's Doctorpromotion in Leipzig statt, und zu Ostern 1893 siedelte er als Assistent des botanischen Institutes nach Rostock über. Hier hat er sich im Laufe des Jahres 1897 habilitirt.

Seiner Vorbildung entsprechend lagen HEGLER diejenigen Fragen botanischer Art am nächsten, welche mit Hülfe der Chemie zu lösen

waren. Bereits während seines Aufenthalts in München entstanden an derartigen Arbeiten: „Thallin, ein neues Holzreagens" (Sitzungsberichte des botanischen Vereins in München, März 1889) und „Histochemische Untersuchungen verholzter Membranen, ein Beitrag zur Physiologie der Gewebe-Metamorphose" (Flora 1890).

Unter dem Einflusse PFEFFER's wandte HEGLER dann seine Aufmerksamkeit in Leipzig den verschiedensten anderen physiologischen Fragen zu. Er verfügte dabei über eine grosse Geschicklichkeit und Findigkeit im Ausprobiren und Anwenden neuer Methoden; zum Beispiel scheint die von PFEFFER später in so vollendeter Weise ausgearbeitete Methode des Eingypsens zuerst von HEGLER angewandt zu sein. So findet sich HEGLER's Name auch häufig in vielen aus aus den Jahren 1891 bis 1895 stammenden Arbeiten PFEFFER's genannt.

An eigenen litterarischen Erzeugnissen ist aus dieser Zeit zu erwähnen ein auf der Naturforscher-Versammlung in Halle 1891 gehaltener Vortrag: „Ueber die physiologische Wirkung der HERTZ'schen Electricitätswellen auf Pflanzen (Verhandl. der Ges. Deutscher Naturf. und Aerzte 1891, Leipzig 1892) und seine Dissertation: „Ueber den Einfluss des mechanischen Zuges auf das Wachsthum der Pflanzen" (F. COHN's Beiträge zur Biologie VI, Breslau 1893).

Der Inhalt der Dissertation stellt nur einen Theil der Untersuchungen und Beobachtungen dar, nämlich „den Einfluss des mechanischen Zuges auf den äusseren Wachsthumsverlauf". Der Verfasser hatte die Absicht, „die Resultate über die Wirkung von Zugkräften auf den inneren Wachsthumsverlauf, über die unter Zugspannung erfolgende Zunahme der Zerreissungsfestigkeit, erreicht durch Ausbildung mechanisch wirksamer Elemente und Vergrösserung des wirksamen Wandquerschnittes in besonderer Arbeit" zusammen zu fassen; leider ist er niemals dazu gekommen. Das Einzige, was darüber veröffentlicht worden ist, findet sich in der Mittheilung PFEFFER's: „R. HEGLER's Untersuchungen über den Einfluss von Zugkräften auf die Festigkeit und die Ausbildung mechanischer Gewebe in Pflanzen" (Ber. der Kgl. Sächs. Ges. der Wiss., math.-phys. Cl., 7. Dec. 1891), eine Mittheilung, die grosses Aufsehen erregte und vielfache Erwähnung fand.

Bedauerlicher Weise liess HEGLER nach seinem Fortgange von Leipzig diese und andere mehr oder weniger fertig gestellte Arbeiten völlig liegen. Die mit seiner Stellung verbundene Lehrthätigkeit nahm ihn zunächst sehr in Anspruch, und, wie es nur zu leicht geschieht, die Gegenstände, über welche er mit sich einig geworden war, hatten das Interesse für ihn verloren; warum sich weiter damit beschäftigen. —

Als Frucht langjähriger Untersuchungen in Rostock ist nach seinem Tode die zur Habilitation benutzte Arbeit erschienen: „Untersuchungen über die Organisation der Phycochromaceenzelle (PRINGSHEIM's Jahrb. für wiss. Bot. 36, Leipzig 1901). HEGLER gelangt darin zu dem Schlusse, dass der Centralkörper der Phycochromaceenzelle trotz mancher Verschiedenheiten den Kernen der höheren Pflanzen entspricht. Ob nun schliesslich diese Folgerung allgemeine Anerkennung finden wird oder nicht, die aufgewandte Arbeit ist keineswegs verloren.

Zu einem gleichen Resultate war HEGLER schon viel früher gelangt: bereits auf der Naturforscher-Versammlung in Lübeck 1895 hatte er sich in einem Vortrage darüber ausgesprochen. Dass er auch hier mit der Veröffentlichung zögerte, ist ihm vielfach sehr verdacht worden. Mag es zum Theil auf den oben bereits hervorgehobenen Umstand zurückzuführen sein, einen grossen Theil der Schuld trägt die tückische Krankheit, ein schweres Nierenleiden, das ihn die letzten Jahre in immer kürzeren Intervallen heimsuchte und seine Arbeitskraft erlahmen liess. Ob das Wesen der Krankheit nicht richtig erkannt wurde, ob er sich selbst darüber klar war, aber die Operation scheute, ist schwer zu sagen; jedenfalls war es, als schliesslich der operative Eingriff geschah, zu spät und nichts mehr zu retten.

Es war hier nur meine Aufgabe, das zu skizziren, was HEGLER der Wissenschaft war: was er ihr hätte sein können, ist schwer zu ermessen. Wenn man dem Verstorbenen nahe stand, ihn mit Enthusiasmus von seinen Arbeiten und Plänen sprechen hörte, so ist man immer wieder in Versuchung, das Schicksal anzuklagen, welches der glänzenden Begabung HEGLER's eine entsprechende Thatkraft versagte, ihn so oft auf halbem Wege stehen liess. Was hätte er sonst alles leisten können.

Der Liebenswürdigkeit des Menschen HEGLER, seinem Witz, Gewandtheit und geselligen Talenten werden alle, die ihm begegneten, ein gutes Andenken bewahren; einen wie zuverlässigen und treuen Freund man an ihm besass, das erfuhren naturgemäss nur Wenige.

# Karl Dufft.

Von

Carl Holtermann.

Am 11. October 1900 starb nach längerem Leiden Hofapotheker KARL DUFFT. Thüringen hat in ihm einen guten Kenner seiner Flora und die botanische Systematik einen eifrigen Sammler verloren.

KARL DUFFT war am 14. Juli 1825 in Rudolstadt geboren; er besuchte das dortige Gymnasium und trat später als Lehrling in die Apotheke seines Oheims, des Apothekers TROMMSDORF in Erfurt ein. Nach bestandenem Gehülfenexamen conditionirte er in einer Apotheke in Glarus. Hier fand er eine gute Gelegenheit seinen botanischen Interessen nachzugehen, indem die reiche Flora der Umgebung ihm oft genug Anregung zu Excursionen gab. Um seine hierdurch erworbenen systematischen Kenntnisse zu erweitern und um die alpine Vegetation durch eigene Anschauungen kennen zu lernen, durchschweifte er im Jahre 1847 die Umgebungen von Zermatt und acht Jahre später Oberbayern, Nord- und Südtirol. Nachdem er seine Stelle in Glarus aufgegeben hatte, studirte er in Berlin und bestand daselbst das pharmaceutische Staatsexamen; im Anfang der fünfziger Jahre übernahm er die väterliche Apotheke in Rudolstadt. und hier verblieb er bis zu seinem Tode.

In Rudolstadt widmete KARL DUFFT sich mit Vorliebe dem Studium der Gattungen *Rubus* und *Rosa*. Seine Beobachtungen hierüber hat er als „Beiträge zur Flora von Thüringen" zusammengefasst, nämlich: 1. „Die Rosen in der Umgebung von Rudolstadt" in Irmischia II, 1882, S. 29—32; 2. „Die Brombeeren in der Umgebung von Rudolstadt" in D. B. Mtsschr., I, 1883, S. 4—8 und 19 bis 22; 3. „Nachträge zur Flora von Rudolstadt", ebenda I, 1883, S. 100 u. f.

Von allen Seiten wird sein Herbarium als ein musterhaftes bezeichnet, es wurde immer in gutem Stande gehalten und zeugte von grossem Fleiss und vortrefflicher Beobachtungsgabe: er hat es seinem entfernten Vetter. Hofrath Prof. HAUSSKNECHT, vermacht Für das Studium der Thüringer Flora wird dasselbe stets ein wichtiges Hülfsmittel sein.

Seit dem Jahre 1858 musste DUFFT die Excursionen einstellen, indem er bei einem Sturze das Bein brach. das seine ursprüngliche Gelenkigkeit nie wieder erhielt.

KARL DUFFT's Andenken wird auch durch einige ihm zu Ehren benannte Pflanzen erhalten bleiben.

# Ssergei Iwanowitsch Korshinsky.

Von

G. Tanfiljew.

Am 18/1. December 1900 verbreitete sich in botanischen Kreisen St. Petersburgs die Trauerkunde vom Ableben des Akademikers Ssergei Iwanowitsch Korshinsky. Zwar kam die Nachricht nicht ganz unerwartet, denn schon im Sommer stand es ziemlich fest, dass Korshinsky an einer unheilbaren Krankheit litt, doch hofften seine Freunde, dass der — leider nur scheinbar — so kräftige Mann im Süden, wohin er sich begeben, um seine erschütterte Gesundheit zu kräftigen, im Kampfe mit dem Uebel nicht so bald unterliegen werde; die Nachricht von seinem Hinscheiden musste daher ganz besonders betrübend wirken.

Korshinsky erwarb sich einen Namen in der Wissenschaft durch seine hervorragenden pflanzengeographischen Arbeiten. Auf seinen Reisen zuerst in den Wolgagegenden, dann im Ural, in West- und Ostsibirien, endlich in Turkestan und im Pamir hatte er sich zur Aufgabe gestellt, nicht allein die Zusammensetzung der Flora dieser Gegenden kennen zu lernen, sondern ganz besonders deren Vegetation zu erforschen, die gegenseitigen Beziehungen zwischen den einzelnen Pflanzenformationen, zwischen Vegetation, Boden und Klima, die Herkunft der Formationen, überhaupt Fragen, die bei einem wissenschaftlichen Studium der Pflanzenwelt einer Gegend Berücksichtigung finden müssen.

Eine seiner ersten und besten Arbeiten, sein zweibändiges Werk über die nördliche Grenze des Schwarzerde-Gebietes in Ostrussland behandelt gerade die vielumstrittene Frage über die gegenseitigen Beziehungen zwischen Wald und Steppe. In der Mitte der 80er Jahre, wo er seine Studien in den Gouvernements Kasan, Ssimbirsk und Ssamara begann, bildeten gerade pflanzengeographische Fragen ein Hauptthema in den Verhandlungen der gelehrten Gesellschaften Russlands. Ganz besonders hatten dazu beigetragen die von Prof. W. Dokutschaiw im Gouvernement Nishny Nowgorod zu praktischen Zwecken ausgeführten geologischen und bodenkundlichen Untersuchungen, wobei ein sehr wichtiges Glied derselben pflanzengeographische Arbeiten bildeten, die den Zusammenhang zwischen den Böden des betreffenden Gouvernements und den dieselben bedeckenden Pflanzenformationen zum Gegenstande hatten und zur Lösung von Fragen beitragen sollten, die auch für die Landwirthschaft von Wichtigkeit waren.

Für den Pflanzengeographen boten Untersuchungen im Gouvernement Nishny Nowgorod ein ganz besonderes Interesse, weil hier die Grenze zwischen der von schwarzem Boden bedeckten Steppe und dem grossen nordrussischen Waldgebiete verläuft. Auf einen Zusammenhang zwischen dem Boden und dessen Pflanzendecke war schon aus den Arbeiten RUPRECHT's (1865) zu schliessen. Jetzt bot sich eine günstige Gelegenheit diese Frage näher zu prüfen und vielleicht die Gründe aufzudecken, weshalb der schwarze Steppenboden eine vom Waldgebiete so durchaus verschiedene Vegetation trägt.

Angeregt durch diese im benachbarten Gouvernement ausgeführten Untersuchungen, unternahm KORSHINSKY sofort nach Absolvirung seiner Universitätsstudien grössere Reisen in das Gouvernement Kasan, dann auch in Ssimbirsk, Ssamara, Wjatka und Perm, um die nördliche Grenze des Schwarzerde-Gebietes auch für Ostrussland genauer festzustellen und die Veränderungen in der Vegetation beim Uebergange aus dem Waldgebiete in's Steppengebiet und umgekehrt zu erforschen.

Ein wichtiges Ergebniss dieser Untersuchungen war die vollständige Bestätigung und weitere Ausführung eines von M. BOGDANOW im Jahre 1884 ausgesprochenen Satzes, dass nämlich die Grenze zwischen Wald und Steppe keine beständige, dass der Wald gegen die Steppe vorzurücken im Stande sei; dabei müsse, meint KORSHINSKY, auch der Bestand der Wälder selbst einer steten Aenderung unterliegen. Was den Grund des Vordringens der Wälder gegen die Steppe betrifft, so behauptet KORSHINSKY, dass in den von ihm untersuchten Wald- und Steppengegenden im Gebiete der Wolga und Kama die Beziehungen zwischen Wald und Steppe direct weder vom Klima, noch vom topographischen Charakter der Gegend, noch auch von der Natur und den Eigenschaften des Substrates, sondern nur von den Bedingungen und dem Verlaufe des Kampfes zwischen diesen beiden Formationen abhängig sei, wobei KORSHINSKY eine Hauptrolle den inneren specifischen vitalen Eigenthümlichkeiten der Pflanzen zuschreibt und den Wald für eine mächtigere Formation hält, als die Formation der Steppe.

Wie man sich auch gegenüber KORSHINSKY's theoretischen Ansichten über den Kampf zwischen den Formationen verhalten mag, sein Werk über die Nordgrenze des Schwarzerde-Gebietes in Ostrussland behandelt die Vegetation der untersuchten Gegenden mit einer solchen Ausführlichkeit und bekundet eine so ungewöhnliche Beobachtungsgabe, dass seine Studien stets als ein Muster für derartige Untersuchungen betrachtet werden können und vielfach auch in der That ein Vorbild für solche gewesen sind.

Ausser dem Osten und einem Theile Westrusslands kannte KORSHINSKY aus eigener Anschauung auch Sibirien und Turkestan,

doch fand er nur Gelegenheit seine Beobachtungen in Ostsibirien und Turkestan in grösseren Abhandlungen litterarisch zu verwerthen, während er, durch andere Aufgaben in Anspruch genommen, die Bearbeitung seines in Westsibirien gesammelten Materiales immer wieder aufschieben musste, in der leider unerfüllt gebliebenen Hoffnung, die Vegetation der transuralischen Steppen nach Vollendung einiger anderen Arbeiten zu schildern.

Während seiner Studien der Vegetation der Wolga- und Kamagegenden fasste er den Gedanken, eine Flora Ostrusslands herauszugeben, denn eine solche Flora existirte bis dahin nicht. Der erste, russisch geschriebene Theil dieser Floza erschien 1892 in Tomsk und umfasste nach DE CANDOLLE's System die Familien Ranunculaceae bis Cruciferae. Es enthält dieses Werk keine leere Aufzählung von Arten und Varietäten, sondern ist eine gross angelegte, von einer consequent durchgeführten Anschauung geleitete kritische Arbeit. KORSHINSKY sagt in der Vorrede zu dieser Flora: „Seine ganze Aufmerksamkeit widmet gewöhnlich der Florist der Beschreibung von Thatsachen. Mit einer peinlichen Sorgfalt sammelt er in einer Gegend selbst die geringfügigsten Facta, ohne dafür demjenigen, was in benachbarten Gebieten vorgeht, auch nur eine oberflächliche Aufmerksamkeit zu schenken. Eine wissenschaftliche Würdigung der Thatsachen ist bei einer solchen Einschränkung des Gesichtskreises ganz unmöglich, daher auch unter der ungeheuren Menge von floristischen Werken nur verhältnissmässig wenige einen wissenschaftlichen Werth haben. Alles Uebrige ist nur ein rohes Material, bestehend aus einer Menge einzelner, von keinem schöpferischen Gedanken beleuchteter und zusammengehaltener Facta". Bei seinen systematischen Arbeiten untersucht KORSHINSKY alle Rassen in ihrer Begrenzung, Herkunft und geographischen Verbreitung. Ein Kriterium zur Abgrenzung der Art sucht KORSHINSKY ganz besonders im Studium ihrer geographischen Verbreitung.

Bald genug sah KORSHINSKY ein, dass die Bearbeitung einer so reichen Flora, wie die Ostrusslands, nach den im ersten Theile seines Werkes durchgeführten Grundsätzen vielleicht die Lebensdauer eines Menschen übersteigen würde und beschloss daher seine Arbeit einzuschränken und nur ein Verzeichniss der Pflanzen Ostrusslands mit kritischen Bemerkungen und Angabe der Formationen und der Verbreitung herauszugeben. Dieses neue Werk erschien dann 1898 unter dem Titel: „Tentamen florae Rossiae orientalis".

Nach Beendigung dieser Flora unternahm KORSHINSKY, zuerst unter der Aegide der St. Petersburger Naturforscher-Gesellschaft, dann der der Akademie der Wissenschaften, die Herausgabe eines Herbarium florae rossicae. Durch Tausch hoffte er ein umfangreiches Material zusammenzubringen, das die grossen Herbarien des

Kaiserlichen Botanischen Gartens und der Akademie vervollständigen oder ergänzen und bei weiterer Behandlung einzelner Gebiete von unschätzbarem Werthe sein könnte. Es gelang ihm auch 12 Fascikel mit 500 Arten herauszugeben[1]).

KORSHINSKY hatte auch die Absicht in russischer Sprache eine Flora von Sibirien herauszugeben, und glückte es ihm kurz vor seinem Tode von Sr. Majestät dem Kaiser zur Bearbeitung einer solchen Flora die nöthigen Mittel zu erhalten, doch war es ihm nicht mehr vergönnt diese grosse Arbeit zu beginnen, und wird dieselbe nun von der Akademie der Wissenschaften in die Hand genommen werden.

Ein Mann der Wissenschaft, suchte KORSHINSKY das Seine auch zur Lösung von Aufgaben beizutragen, die für die Landwirthschaft seines Heimathlandes von Wichtigkeit sein konnten. Davon zeugen seine Arbeiten über die landwirthschaftlichen Verhältnisse im Amurgebiete, seine in Westsibirien und am Amur gesammelten und im Jahre 1896 auf der Moskauer landwirthschaftlichen Ausstellung ausgestellten Bodenproben, seine mit Dr. N. MONTEVERDE ausgeführten Bestäubungsversuche an Buchweizen, sein Manuscript über die in der Krim gebauten Weine, endlich auch seine Wahl zum Vicepräsidenten der Kaiserlich Russischen Gartenbau-Gesellschaft in St. Petersburg.

KORSHINSKY besass in hohem Grade die Gabe seinen Gedanken in Wort und Schrift den richtigen Ausdruck zu geben. Als Professor in Tomsk und später an den höheren weiblichen Frauenkursen in St. Petersburg konnte er sicher sein immer vor aufmerksamen Hörern zu reden, und seine Vorträge in gelehrten Gesellschaften, die stets frei gehalten wurden, waren immer stark besucht, denn er verstand es seine Zuhörer zu fesseln.

Alle seine pflanzengeographischen, überhaupt alle seine wissenschaftlichen Arbeiten, denen KORSHINSKY sein Leben gewidmet, bekunden ein liebevolles Eingehen in den Gegenstand seiner Untersuchungen. Bei allen seinen Versuchen die beobachteten Thatsachen zu erklären sieht er in der Pflanze nicht nur ein Object seiner Studien, sondern auch ein lebendes Wesen, das sogar eine gewisse Activität besitzt. Diese seine philosophische Anschauung tritt in mehreren seiner Arbeiten klar zu Tage. Gleich seine Antrittsrede bei Eröffnung seiner Vorlesungen an der Universität Tomsk behandelt die Cardinalfrage der Biologie: „Was ist Leben?“ Er stellt sich hier auf den Standpunkt derjenigen Biologen, die da behaupten, dass lebende Wesen mit einer besonderen Kraft oder Energie ausgestattet seien, welche zwar nicht unabhängig von den Gesetzen der Physik und Chemie, doch nur belebten Geschöpfen eigenthümlich sei. Auf dieselben Anschauungen ist auch seine oben erwähnte Behauptung

1) Wird jetzt von Dr. D. LITWINOW fortgesetzt.

zurückzuführen, dass der Wald eine mächtigere Formation sei als die Steppe. Auch in seiner letzten Arbeit über die Heterogenesis tritt uns dasselbe in nur noch erweiterter Form entgegen.

Obgleich KORSHINSKY's philosophische Ansichten vielfach angefochten wurden, so sind sie für die Charakteristik dieses hervorragenden Gelehrten von besonderem Interesse, da sie nicht erborgt, sondern selbstständig durchdacht und ausgearbeitet waren und den Menschen in seiner ganzen Subjectivität durchblicken lassen.

KORSHINSKY war unstreitig einer der besten Systematiker Russlands. Er hatte einen grossen Theil seines Vaterlandes auf seinen Reisen kennen gelernt. Er war kein blosser Sammler, kein blosser Kenner der Pflanzen, sondern in vollem Sinne ein Mann der Wissenschaft, der nicht nur Thatsachen beobachtet und beschreibt, sondern nach Gründen der beobachteten Erscheinungen, nach ihrem gegenseitigen Zusammenhange, nach ihrer Erklärung sucht. Mit ihm verliert die Wissenschaft einen ihrer eifrigsten Jünger, sein Vaterland einen seiner besten Söhne.

---

SSERGEI IWANOWITSCH KORSHINSKY wurde 1861 in Astrachan geboren. Nach Absolvirung des Gymnasiums, bezog er 1881 die Universität Kasan, wo er sich naturwissenschaftlichen Studien widmete. Im Jahre 1885 hatte er den Universitätscursus beendet. 1887 vertheidigte er seine Magister-, 1888 seine Doctordissertation, worauf er in Tomsk zum Professor der Botanik ernannt wurde und hier vier Jahre blieb. 1892 wurde er nach St. Petersburg berufen, um hier die Stellung eines Oberbotanikers am Kaiserlichen Botanischen Garten einzunehmen. In demselben Jahre wurde er zum Adjuncten der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften und 1897 zum Academicus extraordinarius gewählt.

KORSHINSKY begann sich für die Pflanzenwelt schon als Schüler des Gymnasiums in Astrachan zu interessiren. Als Student machte er eine grössere Reise im Wolgadelta und schrieb seine erste wissenschaftliche Arbeit (1882). 1884 bis 1887 setzte er seine Studien der Flora der Wolgagegenden fort. 1890 erforschte er Westsibirien südlich bis zum Baldaschsee. 1891 machte er eine Reise nach dem Amurlande, 1893 nach Westrussland, 1894 nach Orenburg, 1895 nach Turkestan, 1897 und 1898 nach Buchara und Pamir. 1899 besuchte er Westeuropa und die Krim. Den grössten Theil des Sommers 1900 verbrachte er in der Krim und machte kleinere Ausflüge nach den Steppen des Südostens von Russland.

---

## Verzeichniss der Schriften S. I. Korshinsky's.

1. Skizze der Flora der Umgegend von Astrachan. — Arb. der Naturf. Gesellsch. in Kasan. 1882. (Russisch.)
2. Notiz über sogenannte BAER'sche Hügel im Gouv. Astrachan. — Daselbst. (Russisch.)
3. Vorläufige Mittheilung über eine botanische Reise im Wolgadelta. — L. c. (Russisch.)
4. Uredineae gubernii Kasanensis. — L. c.
5. Ueber die Lage der Blätter bei *Tanacetum vulgare L.* und *Lactuca scariola L.* — L. c. (Russ.)
6. Ueber die Steppenvegetation im Gouv. Kasan. — L. c. (Russ.)
7. Einige Data über die Nordgrenze des Schwarzerde-Gebietes in Ostrussland. Vorläufige Mittheilung. — L. c. (Russ.)
8. Notiz über *Aulacospermum tenuilobum* Meinsh. — Botan. Centralblatt. 1886.
9. Ueber die Samen der *Aldrovandia vesiculosa* L. — L. c.
10. Materialien zur Geographie, Morphologie und Biologie der *Aldrovandia vesiculosa L.* — Arb. der Kas. N. G. (Russ.)
11. Vorläufige Mittheilung über bodenkundliche und geobotanische Untersuchungen in den Gouv. Kasan, Ssamara, Ufa, Perm und Wjatka, ausgeführt im Jahre 1886. — L. c. (Russ.)
12. Die Nordgrenze des Schwarzerde-Gebietes in Ostrussland in pflanzengeographischer Beziehung. — L. c. (Russ.) I.
13. Was ist Leben? — Antrittsrede. 1888. Tomsk. (Russ.)
14. Die Nordgrenze des Schwarzerde-Gebietes in Ostrussland. Thermische Beobachtungen auf dem Abhange der Klikowka, ausgeführt von KRYLOW und KORSHINSKY. — L. c. (Russ.)
15. Ueber eine hybride Anemone Ostrusslands. — Botan. Centralblatt. 1889.
16. *Phleum Boehmeri W.* var. *macrantha* Kaufm. — Arb. der N. G. in K. (Russ.)
17. *Astragalus Zingeri* sp. n. — Acta Horti Petrop. 1890.
18. Ueber die Entstehung und das Schicksal der Eichenwälder im mittleren Russland. — ENGL. Botan. Jahrb. 1891.
19. Ein Programm für pflanzengeographische Untersuchungen in Sibirien. — Irkutsk. 1891. (Russ.)
20. Die Nordgrenze des Schwarzerde-Gebietes in Ostrussland etc. II. — Arb. der N. G. in K. (Russ.)
21. Bericht über Forschungen im Amurgebiete als landwirthschaftl. Colonie. — Irkutsk. 1892. (Russ.)
22. Plantas amurenses in itinere anni 1891 collectas enumerat novasque species describit. — Acta H. Petrop. 1892.

23. Die Flora des Ostens des europ. Russlands in ihren systematischen und geographischen Beziehungen I. — Tomsk. 1892. (Russ.)
24. Das Amurgebiet als landwirthschafliche Colonie. — Vortrag in der Kais. Freien Oekonom. Gesellschaft in St. Petersburg. 1893. (Russ.)
25. Untersuchungen über die russischen *Adenophora*-Arten. — Mem. de l'Acad. 1894.
26. Note sur la *Calystegia dahurica* Choisy. — Mélanges biolog. 1894.
27. Spuren einer Vegetation der Vorzeit im Ural. — Bulletin de l'Acad. Imp. d. Sc. de St. Pétersbourg. (Russ.)
28. Bemerkungen über einige Pflanzen des europ. Russlands. — L. c. (Russ.)
29. Note sur quelques espèces de *Jurinea* — L. c.
30. Verzeichniss von Böden Südwest-Sibiriens. — Katalog der landw. Ausstellung in Moskau. 1896.
31. Verzeichniss der Böden des Amurgebietes. — Daselbst.
32. Skizzen der Vegetation Turkestans. I—III. — Mém. de l'Acad. 1896. (Russ.)
33. Neues zur Uralflora. — Arb. der St. Petersb. Naturf. Gesellsch. (Russ.) 1897.
34. Notiz über *Leptocarpha rivularis*. — Bulletin de l'Acad. 1897.
35. Ueber eine neue bigenere Hybride (*Cucumis Melo-Citrillus vulgaris*). — L. c.
36. Schedae ad herbarium florae rossicae a sectione botanica Soc. Imp. Petrop. naturae curiosorum editum. 1898.
37. Tentamen florae Rossiae orientalis, id est provinciarum Kazan, Wiatka, Perm, Ufa, Orenburg, Samara partis borealis atque Simbirsk. — Mem. de l'Acad. 1898.
38. Fragmenta florae turcestanicae. — Bullet. d l'Acad. 1898.
39. Ueber die Cleistogamie bei den Arten von *Campanula*. — L. c. 1898. (Russ.)
40. Ueber den Dimorphismus der Blüthen bei den Arten von *Krascheninnikowia* Turcz. — L. c. 1898. (Russ.)
41. Zur Systematik des Genus *Krascheninnikowia* Turcz. — L. c. 1898.
42. Heterogenesis und Evolution. Zur Theorie der Abstammung der Arten I. — Mem. d. l'Acad. 1899. (Russ.)
43. Zur Frage über die Heimath des Pfirsichs. — Bull. d. l'Acad. 1901. (Russ.)
44. Ueber die Stammform der gewöhnlichen Mandel. — L. c. (Russ.)
45. Die Pflanzenwelt Russlands. — Russische Ausgabe von Brockhaus's Conversat. Lex. Mit 3 Karten.
46. Die Steppe. — Daselbst.

47. Notiz über *Abies Semenowi* Fedcz. — Bullet. de l'Acad. 12: 311-313
48. S. KORSHINSKY und N. MONTEVERDE. Bestäubungsversuche an Buchweizen. — Bot. Centralbl.
49. Die Ampelographie der Krim. — Im Druck.

KORSHINSKY redigirte folgende Werke:

MAJEWSKY, Flora von Mittelrussland. 1895. (Russ.)
HOFFMANN, Botanischer Atlas. Russische Ausgabe von BATALIN und MONTEVERDE (KORSHINSKY redigirte den allgemeinen Theil).
COHN, Die Pflanze. (Russ. Ausgabe. Den grössten Theil des Bandes I.).
Buch der Natur. (Botanischer Theil).

## Maxime Cornu.

Von

P. MAGNUS[1]).

Am 3. April 1901 starb in Paris im Alter von 57 Jahren MAXIME CORNU, eines der ersten correspondirenden Mitglieder der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Er wurde am 16. Juli 1843 zu Orléans geboren. Er empfing seinen ersten Unterricht am Lyceum zu Orléans, später an dem zu Sainte-Barbe. Nachdem er das Lyceum absolvirt hatte, studirte er von 1865—1868 an der École normale supérieure, section des sciences, in Paris. 1867 wurde er Licencié ès-sciences mathématiques et physiques und 1868 Licencié ès-sciences naturelles. 1869 wurde er zum Repetitor für Botanik an der Faculté des sciences zu Paris ernannt, in welcher Stellung er bis 1874 blieb, wo er aide-naturaliste an der Botanischen Abtheilung des Muséum d'histoire naturelle in Paris wurde.

Schon frühzeitig wandten sich CORNU's Studien den niederen Cryptogamen und insbesondere den Pilzen zu. Mit einer ausgezeichneten Arbeit über die Saprolegnieen, für die er mit dem Preise

1) Herrn D. BOIS sage ich für die freundliche Zusendung seiner beiden in der Revue horticole April 1901, Nr. 8, S. 185—188, und Nr. 9, S. 208—209 veröffentlichten Artikel über M. CORNU, sowie der Notice sur M. MAXIME CORNU von L. HENRY meinen verbindlichen Dank. Desgleichen danke ich Herrn P. HARIOT für die freundliche Uebersendung seiner im Journal de le Société nationale d'Horticulture de France Mai 1901 erschienenen Notice biographique sur le professeur MAXIME CORNU.

DESMAZIÈRES von der Académie des sciences in Paris gekrönt wurde, und die in den Annales des sciences naturelles, Botanique, 5me Série, Tome 15, erschienen ist, erwarb er 1872 den Doctor der sciences naturelles, was unserem heutigen Doctor der Naturwissenschaften an manchen deutschen Universitäten entspricht. Er zeigte in dieser Arbeit, dass Bildungen, welche PRINGSHEIM für Fortpflanzungsorgane und zum Theil speciell für Antheridien der Saprolegnieen angesprochen hatte, von Parasiten herrühren, die in den Saprolegnienschläuchen vegetiren und fructificiren. Man kann behaupten, dass PRINGSHEIM ohne diese Studie nicht die Verbreitung der Parthenogenesis bei den Saprolegnieen erkannt hätte. CORNU verfolgte genau die Entwickelung dreier solcher parasitischen Gattungen, die er *Olpidiopsis*, *Rozella* und *Woronina* nannte. Ferner beschrieb er in derselben Arbeit den Bau und die Entwickelung der von ihm entdeckten neuen Gattung *Monoblepharis* in zwei Arten, und wies darauf hin, dass sie sich von allen anderen Saprolegnieen dadurch unterscheidet, dass die Oosporen (Gonosphären, wie er sagt) durch bewegliche Antherozoiden befruchtet werden. Sie präsentiren die eigene Abtheilung oder Familie der Monoblepharideen, die dadurch ein besonderes Interesse beanspruchen, weil sie die Befruchtungserscheinungen der Saprolegnieen und Peronosporeen mit denen mancher grünen Algen verbinden.

CORNU bezeichnete diese Abhandlung als den ersten Theil einer Monographie der Saprolegnieen. Leider ist kein zweiter Theil erschienen, weil ihn andere Arbeiten in Anspruch nahmen. Nur 1877 veröffentlichte er im Bulletin de la Société botanique de France eine Kritik der in PRINGSHEIM's Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik Bd. XI, S. 283 seq. erschienenen Untersuchung über Saprolegnieen von P. REINSCH. Auch hatte er schon 1869 in Gemeinschaft mit ERNST ROZE eine Studie über die neue Saprolegnieengattung *Cystosiphon* und die neue Peronosporeengattung *Basidiophora* veröffentlicht (Ann. sc. nat., Botan., 5. Série, t. XI).

Den niederen Cryptogamen, und namentlich den Pilzen, blieben in den nächsten Jahren seine hauptsächlichsten Studien zugewandt. Die kürzeren Mittheilungen erschienen in den Comptes rendus und im Bulletin de la Société botanique de France, die grösseren Abhandlungen in den Annales des sciences naturelles und in den Abhandlungen des Institut de France, Académie des sciences.

Hier will ich zunächst erwähnen seine 1874 im Bull. de la Soc. bot. de France erschienene Studie über die Befruchtung der *Ulothrix seriata*. Er behauptet dort, dass bei der Bildung der ruhenden Arthrosporen derselben der Inhalt der anschwellenden Gliederzellen in zwei Partien zerfällt, die dann wieder zusammenfliessen, und deutet letzteres als Befruchtungsact. Es dürfte dies, soviel ich weiss, der erste Fall sein, wo ein Beobachter eine geschlechtliche Fortpflanzung in

dem Zusammenfliessen zweier Theile einer Mutterzelle innerhalb der geschlossenen Membran derselben gesehen hat, während später und auch jetzt noch viele Autoren in der innerhalb der geschlossenen Mutterzelle erfolgenden Copulation der Theilkerne des Zellkerns derselben einen geschlechtlichen Fortpflanzungsact sehen. Man kann behaupten, dass CORNU der Erste war, der eine solche Ansicht ausgesprochen hat.

Vielen Pilzgruppen waren seine Studien zugewandt. Schon früh beschäftigte er sich eingehend mit den Peronosporeen, die er noch besonders wegen der von ihnen hervorgerufenen Pflanzenkrankheiten in ihren biologischen Verhältnissen eingehend verfolgte.

In der gemeinschaftlich mit E. ROZE veröffentlichten, schon oben citirten Arbeit stellten sie die Peronosporeengattung *Basidiophora* auf, deren Entwickelung sie verfolgt hatten. Besonders studirte er die durch *Peronospora gangliiformis* Berk. (jetzt meistens als *Bremia Lactucae* Reg. bezeichnet) am Salat hervorgebrachte Krankheit, sowie den durch *Peronospora viticola* (Berk. et Curt.) de By. [jetzt meist *Plasmopara viticola* (Berk. et Curt.) Schroet. genannt] hervorgebrachten falschen Mehlthau des Weines. Auch beobachtete er in Gemeinschaft mit E. ROZE eine *Peronospora* auf den Erdbeeren, die sie *Peronospora Fragariae* Roze et Cornu nannten. CORNU studirte nicht nur den Bau und die Entwickelung dieser Peronosporeen, sondern auch eingehend die Mittel zu ihrer Bekämpfung. Mehrere vorläufige oder zusammenfassende Mittheilungen gab er in den Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences de Paris heraus. Seine Beobachtungen und Erfahrungen fügte er zusammen in der Étude sur les Peronosporées, deren Part. I 1881 und deren Part. II 1882 im Institut de France, Académie des sciences in Paris, erschienen. Er behandelt hier hauptsächlich, wie schon gesagt, sehr eingehend die durch Peronosporeen veranlassten Erkrankungen des Salats und des Weinstocks und deren Bekämpfung, vergleicht sie mit äusserlich ähnlichen Krankheitserscheinungen, so namentlich den falschen Mehlthau des Weins mit dem echten Mehlthau (*Oidium Tuckeri*), giebt eine allgemeine Naturgeschichte der Peronosporeen und eine Uebersicht der durch Peronosporeen veranlassten Erkrankungen der Culturpflanzen. Ausserdem hat er noch 1878 im Bull. de la Soc. bot. de France, tome 25, eine Aufzählung der Peronosporeen Frankreichs veröffentlicht.

Zur Kenntniss der Uredineen lieferte er einige wichtige Beiträge. Ausser der Bestätigung und Erweiterung der früheren Impfversuche anderer Forscher wies er nach, dass zu einer auf *Phragmites arundinacea* auftretenden *Puccinia* (er nannte sie irrthümlich *Puccinia arundinacea* DC., während sie *Puccinia Magnusiana* Körn. ist) ein Aecidium auf *Ranunculus repens* gehört, und brachte den überraschenden Nachweis, dass die Sporen von *Peridermium Pini* var.

*corticola* eindringen in *Vincetoxicum officinale* und dort zum *Cronartium asclepiadeum* Fr. auswachsen. Diese Resultate wurden in den Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences de Paris veröffentlicht.

Von Ustilagineen studirte er den Zwiebelbrand. *Urocystis Cepulae* Farl. Er wies diese bisher nur aus Nord-Amerika durch FARLOW bekannt gewordene Krankheit 1879 in Paris nach und wies auf deren Schädlichkeit hin (Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences de Paris, Juli 1879, und Bull. de la Soc. bot. de France, tome XXVI, Juli 1879). Im Jahre 1883 veröffentlichte er seine wichtige Arbeit: Sur quelques Ustilaginées nouvelles ou peu connues in den Ann. des sc. nat., Bot., 6^me^ Sér., tome XV. Er behandelt dort die alte KLOTZSCH'sche Gattung *Testicularia*, grenzt sie ab und charakterisirt sie wissenschaftlich und beschreibt eine neue Art derselben, die *Testicularia Leersiae* (Dur. in sched.) Cornu auf *Leersia hexandra* aus Algier. Er begründet dort die Gattung *Cintractia* auf die basipetal fortschreitende Bildung der Sporen aus einer lange thätigen Hymenialschicht. Vor Allem wichtig war aber, dass er auf Grund der Keimung nachwies, dass einige bisher als Sclerotien betrachtete Pilze zu den Ustilagineen gehören, auf die er die Gattung *Doassansia* begründete.

Von Ascomyceten fand er viele interessante Arten in Frankreich auf und erörterte im Bull. de la Soc. bot. de France deren Auftreten und systematische Unterscheidung. Von besonderer Wichtigkeit sind seine Untersuchungen über die Stylosporen und Spermatien der Ascomyceten, die er in den Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences de Paris 1876 und ausführlicher in den Ann. des sc. nat., Bot., 6^me^ sér., t. III, veröffentlichte. Er setzte den Bau und die Morphologie dieser Fructificationen aus einander und wies namentlich die Keimung vieler Stylosporen nach, die man bisher als Spermatien betrachtet hatte, denen man die Keimung abgesprochen hatte. An den Mandelbäumen beobachtete er das Auftreten des *Polystigma fulvum* und schilderte die dadurch hervorgebrachte Erkrankung derselben.

Auch mit den Basidiomyceten beschäftigte er sich sehr eingehend. Er kannte die so artenreichen Hymenomyceten ausgezeichnet. Er theilte seine interessanteren Funde wiederholt im Bull. de la Soc. bot. de France mit und besprach dort auch eingehender das Auftreten einzelner Arten. Ferner veröffentlichte er 1881 in derselben Zeitschrift eine Studie über die Morphologie des Ringes der Agaricineae. Von mehreren Arten wies er die Entwickelung aus den Sclerotien nach, worüber er in derselben Zeitschrift 1877 und 1878 berichtete.

In Gemeinschaft mit dem Entomologen CH. BRONGNIART untersuchte er einige auf Läusen und Dipteren (*Syrphus*) auftretende Pilze. Sie wiesen nach, dass ein von dem Zoologen LICHTENSTEIN auf

*Tetraneura rubra* beobachteter Pilz ein *Cladosporium* ist, das erst auf den todten Thieren auftritt und daher keine Krankheit oder Vernichtung der schädlichen Läuse veranlasst (Institut de France, Académie des sciences 1881). Im Gegensatz hierzu haben sie auf *Syrphus* eine durch *Entomophthora* bewirkte Epidemie beobachtet und darüber 1878 auf der Versammlung der Assocation française pour l'avancement des sciences zu Paris berichtet. Sie, und namentlich BRONGNIART, haben später wiederholt in Anregung gebracht, der Heuschreckenplage in Algier durch Aussaat von *Entomophthora* entgegen zu treten.

Das Studium der durch parasitische Pilze hervorgebrachten Pflanzenkrankheiten machte ihn zum Pflanzenpathologen. Er wurde daher 1872 von der Académie des sciences in Paris zum Delegirten für das Studium der dem französischen Weinbau so sehr gefährlichen *Phylloxera* gewählt und war 1872—1878 der Schriftführer dieser akademischen Commission. Ausserdem war er noch 1874—1877 Director der Weinbau-Station von Cognac und wurde 1879 Mitglied der Commission supérieure du Phylloxéra. In diesen Stellungen hatte er den Auftrag, die Entwickelung der *Phylloxera* und ihre Einwirkung auf den Weinstock genau zu verfolgen und nach den Ergebnissen die Mittel zu ihrer Bekämpfung auszuwählen, und sie in Bezug auf ihre Einwirkung auf den Weinstock und ihren Erfolg gegen die *Phylloxera* zu prüfen. Es standen ihm hierzu die Materialien und Versuchsergebnisse aus ganz Frankreich zur Verfügung. Er verwerthete dieselben in umfassender Weise. Nachdem er in vorläufigen Mittheilungen einzelne Ergebnisse mitgetheilt hatte, fasste er alle seine Erfahrungen und Beobachtungen in seinen Etudes sur le *Phylloxera vastatrix* zusammen, welches umfangreiche Werk 1878 im Institut national de France, Académie des sciences, tome XXVI, No. 1 erschien. Er zeigt dort zunächst, dass die in den Blättern des Weinstocks auftretende *Phylloxera* identisch ist mit der an den Wurzeln lebenden. Er schildert ausführlich die Einwirkung der Reblaus auf das Blatt, den Blattstiel, den Stamm und die Wurzeln des Weinstocks in morphologischer und histiologischer Hinsicht, giebt ihre Entwickelungsgeschichte und sucht die histiologischen Veränderungen ätiologisch zu erklären. Die durch *Phylloxera* veranlassten Wurzelanschwellungen vergleicht er mit ähnlichen, durch andere Ursachen hervorgebrachten. Er beleuchtet die Widerstandskraft der Wurzeln der amerikanischen Reben und führt sie auf einen der Entwickelung der Phylloxeren wenig günstigen Nahrungssaft der Würzelchen der amerikanischen Reben, sowie auf deren kräftigere Neubildung von Ersatzwurzeln zurück. Im zweiten Theile wird ausführlich die Naturgeschichte der Reblaus in ihren verschiedenen Generationen gegeben und ihre biologische Entwickelung, namentlich die Ueberwinterung,

genau und kritisch geschildert. 24 schöne, von ihm gezeichnete Quarttafeln illustriren diese Darlegung.

In Folge seiner eingehenden Studien über die Pflanzenkrankheiten wurde er 1881 zum Inspecteur général de l'Agriculture pour la sériciculture, la viticulture et les maladies des plantes ernannt und war als solcher thätig bis 1884.

Ich würde das Bild von CORNU's botanischer Thätigkeit bis 1884 unvollständig lassen, wenn ich nicht auch einiger histiologischen und physiologischen Studien gedächte, die er freilich meist nur in kurzen Mittheilungen in den Comptes rendus veröffentlicht hat. So fand er an Crassulaceen einen neuen Typus anormaler Stammbildung und setzte den Werth der anatomischen Charaktere zur systematischen Anordnung der Crassulaceen aus einander. Einige Eigenthümlichkeiten der Nebenwurzeln suchte er mechanisch zu erklären (Bull. de la Soc. bot. de France 1881). Mit E. MER zusammen untersuchte er die Absorption von Farbstoffen durch die Wurzeln (Congr. intern. de Botan. et d'Horticulture à Paris 1878). 1878 erschien eine Mittheilung von ihm über die Wichtigkeit der Zellwand bei der Ernährung der Zellen in den Comptes rendus. Die Absorption der Epidermis der in der Luft befindlichen Pflanzenorgane behandelte er 1882 in den Comptes rendus.

Als er 1874 zum Aide-naturaliste am Muséum d'histoire naturelle ernannt war, wurde ihm in demselben Jahre die Vertretung der Vorlesungen BRONGNIART's über Organographie und Physiologie der Pflanzen übertragen, und dieselben Vorträge wurden ihm bis 1879 anvertraut, wo er dann anderen schon oben erwähnten Aufträgen nachzukommen hatte. Sein lebhafter Wunsch war immer eine Professur für Cryptogamenkunde und die Leitung eines botanischen Laboratoriums zu erhalten. Er hat es leider nicht erreichen können.

Das Jahr 1884 führte eine grosse Veränderung in der wissenschaftlichen Thätigkeit CORNU's herbei. Er wurde als Nachfolger von J. DECAISNE zum Professeur de culture und Director des botanischen Gartens am Muséum d'histoire naturelle ernannt. Er widmete sich den Pflichten seines neuen Amtes mit hingebendem Eifer, wodurch er von der Erforschung der niederen Cryptogamen gänzlich fern gehalten wurde. Sein Interesse wandte sich nun der Pflanzencultur im weitesten Massstabe zu. Seine Thätigkeit als Gartendirector haben die Herren D. BOIS und A. HENRY in den vorn citirten Veröffentlichungen geschildert. Er veröffentlichte später jedes Jahr kleinere, auf die Cultur oder auf die gezogenen Pflanzen bezügliche Mittheilungen, so 1892 Méthode pour assurer la vitalité des graines provenant des régions tropicales — 1892 *Asclepias sibirica* — 1893 *Cyphomandra betacea* — 1894 *Kola Ballayi* sp. nov. — 1894 Les Palmiers-dattiers — 1895 Le Bouturage d'été — 1895 Greffe herbacée

sur germination — 1895 La Végétation du blé — 1896 Sur un genre nouveau de Pontédériacées — 1896 Note sur *Colea floribunda* et les Crescentiées cultivées au Muséum — 1896 Note sur le *Quassia africana* — 1896 Note sur une Cuscute de Turkestan — 1897 Nouvelles plantes à caoutchouc — 1900 Sur la culture du Coton — 1900 Fumigations au jus de tabac — 1901 Le Jardin des Plantes et les Colonies françaises.

Er trug auch namentlich Sorge, in den ihm unterstellten Culturen Beobachtungen anzustellen und Erfahrungen zu sammeln, die dem Pflanzenbau in den französischen Colonien zu Nutzen gereichten. Er zog einerseits in Paris viele Nutzpflanzen aus den verschiedensten Ländern in zahlreichen Exemplaren und vertheilte sie unter Berücksichtigung der dabei gewonnenen Erfahrungen und der klimatischen Verhältnisse der einzelnen Colonien an diese. Er regte sie so mit gutem Erfolge zur Pflege vieler Culturpflanzen an. Andererseits zog er viele in Colonien wachsende Nutz- und Heilpflanzen zu Paris, bestimmte sie wissenschaftlich genau, stellte ihren Nutzwerth für die Menschheit, sei es als Nahrung oder als Heilmittel oder in technischer Beziehung, fest, um dann zu ihrer Cultur zu ermuntern oder von derselben abzurathen. In dem oben citirten, noch 1901 erschienenen Schriftchen: Le Jardin des Plantes et les Colonies Françaises findet sich seine Thätigkeit seit 1884 übersichtlich berichtet und zusammengestellt. In einem Anhange sind noch die Nutzpflanzen, welche die Chaire de culture am Muséum d'histoire naturelle seit 1886 vertheilt hat, nach ihrem Nutzen in Abtheilungen geordnet, aufgeführt. Dieser Bericht giebt daher am besten ein Bild von dieser so ausserordentlich umfassenden und so grossen Nutzen schaffenden Thätigkeit Cornu's. So wurden 1900 an die Colonialgärten 537 Säckchen Sämereien und 546 lebende Pflanzen und gleichzeitig an einzelne Colonial-Correspondenten 217 Säckchen Sämereien und 139 lebende Pflanzen gesandt.

So war er unermüdlich bis an sein Lebensende thätig. Er verstand es stets, die Ergebnisse der exacten wissenschaftlichen Forschung dem Wohle der Menschheit dienstbar zu machen.

# A. F. Wilhelm Schimper.[1])

Von

H. SCHENCK.

(Mit Bildniss).

Am 9. September 1901 starb zu Basel im Alter von 45 Jahren der Professor der Botanik, A. F. WILHELM SCHIMPER, ein Mann von hervorragender Begabung, den wir mit schmerzlichem Bedauern aus unserer Mitte scheiden sahen, ein Forscher, von welchem die botanische Wissenschaft nach seinen ideenreichen Werken noch bedeutende Förderung hätte erwarten dürfen. Auf dem Felde wissenschaftlichen Schaffens hatte er den Todeskeim in sich aufgenommen, an den afrikanischen Küsten, während der deutschen Tiefsee-Expedition 1898/99, die tückische Malaria sich zugezogen, deren bösartige Nachwirkungen seinem Leben und Streben ein frühzeitiges Ende bereiten sollten.

Aus der Familie SCHIMPER, welche Ende des 18. Jahrhunderts in der Pfalz ansässig lebte, sind vier bedeutende Botaniker hervorgegangen. Zunächst ist der Vater des jetzt verstorbenen Baseler Professors zu nennen, WILHELM PHILIPP SCHIMPER[2]), der im Jahre 1808 als Sohn des protestantischen Pastors SCHIMPER zu Dossenheim bei Zabern im Elsass geboren wurde, erst Theologie studirte, 1835 aber den Predigerberuf aufgab und als Präparator am Naturhistorischen Museum der Stadt Strassburg seine wissenschaftliche Laufbahn antrat. Seit 1862 hatte er die Professur für Geologie an der Strassburger Faculté des sciences und nach dem Kriege 1870/71 an der neuen Kaiser-Wilhelm-Universität inne, bis zu seinem Tode im Jahre 1880. Er ist der bekannte Verfasser zahlreicher bryologischer und phytopaläontologischer Werke, unter denen Bryologia europaea, Synopsis Muscorum Europaeorum und Traité de Paléontologie végétale in erster Linie hervorzuheben sind.

---

1) Eine Reihe von Notizen zu vorliegendem Nachruf erhielt ich freundlichst von den Herren Prof. GROTH in München, Prof. STAHL in Jena, Assistent Dr. ANHEISSER in Basel, Privatdocent Dr. KÖRNICKE in Bonn und Prof. ASKENASY in Heidelberg. Diesen Herren spreche ich dafür verbindlichen Dank aus.

In der „Naturwissenschaftlichen Rundschau" 1902, S. 36 habe ich auf Veranlassung der Redaction derselben bereits einen kürzeren Nachruf publicirt.

2) Vgl. die Biographie, von CHARLES GRAD verfasst, im Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Colmar 1880, p. 351, mit Portrait. — Ferner Allgemeine deutsche Biographie, 31. Band 1890, S. 277.

Friedrich Ludwig Heinrich Schimper, ein Bruder des Dossenheimer Pastors, lebte zu Anfang des 19. Jahrhunderts als Geometer und Mathematiklehrer zu Mannheim. Von den beiden Söhnen desselben wurde Karl Friedrich Schimper[1]) 1803 zu Mannheim geboren. Auch dieser studirte zunächst Theologie, dann Medicin, war später Docent in München, unternahm viele wissenschaftliche Reisen und verbrachte die letzten Jahre bis zu seinem Tode 1867 als Privatgelehrter in Schwetzingen. Berühmt wurde er durch seine genial entworfene Blattstellungstheorie. Sein Bruder war Wilhelm Schimper[2]), geboren 1804 zu Reichenschwand, welcher seine Laufbahn als Soldat begann, dann aber wissenschaftliche Reisen unternahm und besonders in Südfrankreich, Algier, Aegypten, Arabien und Abessinien als botanischer Sammler thätig war. In letzterem Lande liess er sich seit 1837 dauernd nieder, von dem König Ubié von Tigré in freundschaftlicher Weise aufgenommen. Er war mit einer Abessinierin verheirathet und starb im Jahre 1878 zu Adua. Sein Sohn studirte in Strassburg und Karlsruhe und kehrte 1878 in die afrikanische Heimath zurück.

---

Andreas Franz Wilhelm Schimper wurde am 12. Mai 1856 zu Strassburg geboren als Sohn des bekannten Bryologen und Phytopaläontologen Wilhelm Philipp Schimper (1808—1880) und dessen Gattin Adèle († 1876), welche der im Schweizer Jura ansässigen Familie Besson entstammte. Seine Mutter nahm mit lebhaftestem Interesse Theil an den botanischen Studien ihres Gemahls und so mag die hervorragende Begabung ihres Sohnes auch als ein von ihr überkommenes Erbtheil gelten. Schon als Knabe sammelte Wilhelm Schimper eifrigst Pflanzen und besass bereits mit 7 Jahren ein kleines Herbarium. Von 1864—1874 absolvirte er das protestantische Gymnasium seiner Vaterstadt. Ausserdem empfing er Unterricht von seinem Hauslehrer Victor Nessler, dem Componisten des „Trompeters von Säkkingen". Als Gymnasiast setzte er das Sammeln von Pflanzen fort und erwarb sich dadurch eine genaue Kenntniss der Flora seiner Heimath und der benachbarten Alpen. Dr. Heitz, der damalige Director des protestantischen Gymnasiums zu Strassburg und besonders der vor einigen Jahren verstorbene Arzt Dr. Lerch zu Couvet im Schweizer Jura, ein vorzüglicher Kenner der Alpenflora, nahmen den geistig frühzeitig entwickelten jungen Schimper öfters mit auf ihren botanischen Excursionen, und auch sein Vater liess ihn

---

1) Vgl. Sachs, Geschichte der Botanik 1875, S. 175. Ferner „Allgemeine deutsche Biographie" 31. Bd. 1890, S. 274 und Bot. Ztg. 1868. Von K. F. Schimper ist ein Portrait erschienen, gestochen von C. Geyer in München.

2) Vgl. „Allgemeine deutsche Biographie" 31. Band 1890, S. 279, und Botan. Zeitung 1879.

an den mit Studirenden unternommenen botanisch-geologischen Ausflügen theilnehmen.

Nach Ablegung der Abiturientenprüfung 1874 widmete sich SCHIMPER 4 Jahre lang dem Studium der Naturwissenschaften an der Strassburger Universität. Im November 1878 erfolgte seine Promotion zum Doctor philosophiae naturalis, mit dem Prädicat summa cum laude, auf Grund seiner Dissertation: „Untersuchungen über die Proteïnkrystalloide der Pflanzen". Als Hauptfach studirte er Botanik, ausserdem aber neben den übrigen naturwissenschaftlichen Fächern eingehender Mineralogie und Zoologie. Seine Dissertation entstand theils im botanischen Institut unter Leitung des 1888 verstorbenen Professors ANTON DE BARY, theils im mineralogischen unter Leitung des später nach München übergesiedelten Professors P. GROTH. Beide erstatteten auch gemeinsam das Gutachten über die Arbeit und sind neben seinem Vater als die eigentlichen Lehrer anzusehen, die ihn mit den Methoden exacter naturwissenschaftlicher Forschung vertraut machten. Insbesondere sind auch die krystalloptischen Methoden, die er bei Prof. GROTH kennen lernte, ihm späterhin bei seinen mikroskopischen Arbeiten von grossem Nutzen gewesen. Herr Prof. GROTH theilte mir freundlichst mit, dass SCHIMPER als Praktikant des mineralogischen Instituts zur Uebung einige kleinere krystallographische Untersuchungen gemacht habe, die von ihm in der Zeitschrift für Krystallographie, Bd. I, S. 70 und S. 218, publicirt worden seien, ferner dass SCHIMPER nicht die Absicht gehabt hätte, Mineraloge zu werden, wie irrthümlich in dem in der „Nature" 1901 erschienenen Nekrologe[1]) angegeben sei. Die Resultate seiner Dissertation wurden im Jahre 1880 nochmals, in theilweise umgearbeiteter Form in der Zeitschrift für Krystallographie, Bd. V, herausgegeben.

Nach der Doctorpromotion widmete sich SCHIMPER nun ausschliesslich der Botanik im Laboratorium von Prof. A. DE BARY, unter dessen Leitung damals von jüngeren Botanikern MATTIROLO, BAUKE, ERRERA, ARTHUR MEYER und KLEBS ihren Studien oblagen. So trat also SCHIMPER in einen anregenden Kreis von Fachcollegen ein. Als Extraordinarius war Graf H. ZU SOLMS-LAUBACH im botanischen Institut thätig, vom März 1880 ab dessen Nachfolger, Prof. E. STAHL, vorher 1877—1880 Privatdocent in Würzburg, mit welchem SCHIMPER schon als Gymnasiast und junger Student sehr befreundet war, und mit welchem er manche botanische Excursionen in der beiden gemeinsamen elsässischen Heimath unternommen hatte.

Die erste rein botanische Arbeit SCHIMPER's, im Jahre 1879 ausgeführt, behandelt die Anatomie der Vegetationsorgane von *Prosopanche Burmeisteri*, einer interessanten, auf Wurzeln von *Prosopis*

1) Nekrolog, von PERCY GROOM verfasst, in Nature 1901, S. 551.

lebenden Schmarotzerpflanze aus Argentinien, sowie von den zu derselben Familie der Hydnoraceen gehörigen Parasiten *Hydnora abyssinica* und *africana*. Sie erschien 1880 im 15. Band der Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Halle. A. DE BARY hatte bereits im Jahre 1868 im 10. Band derselben Zeitschrift den Blüthenbau von *Prosopanche* dargestellt. Auf seine Anregung untersuchte SCHIMPER neues Alkoholmaterial der Pflanze, das von SCHICKENDANTZ und HIERONYMUS aus Argentinien gesandt war, während das Material von *Hydnora* von Prof. Graf ZU SOLMS-LAUBACH zur Verfügung gestellt wurde.

Von grösserem Interesse ist bereits die zweite im Strassburger Institut ausgeführte Arbeit: „Untersuchungen über die Entstehung der Stärkekörner" (erschienen December 1880 in der Botan. Zeitung, der Redaction eingereicht am 27. Juli 1880), mit welcher SCHIMPER ein Gebiet betritt, auf dem er Hervorragendes geleistet hat. Diese Abhandlung enthält zwar noch einige, von ihm später berichtigte Irrthümer, so z. B. S. 886 die Angabe der Entstehung der rundlichen Stärkebildner von *Philodendron* aus Proeminenzen des den Zellkern einhüllenden Protoplasmas, andrerseits aber bereits sehr wichtige Resultate, vor allem den Nachweis der von ihm entdeckten und benannten „Stärkebildner", durch deren Thätigkeit die Stärke in chlorophyllfreien Pflanzentheilen erzeugt wird, ferner den Nachweis, dass die Stärkebildner in den meisten Fällen sich unter dem Einfluss des Lichtes in Chlorophyllkörner umwandeln können und dass sie identisch sind mit den Leucophyllkörnern oder auch mit den farblosen jugendlichen Stadien der Chlorophyllkörner. In dieser Arbeit tritt seine Begabung zu selbständiger Forschung schon hervor.

Am 20. März 1880 starb, im Alter von 72 Jahren, SCHIMPER's Vater, welcher seit dem Jahre 1835 erst als Conservator, dann als Director an dem städtischen naturhistorischen Museum thätig gewesen war. Mit der Directorstelle war eine Amtswohnung im inneren Flügel des alten Akademiegebäudes verbunden. Sein Sohn hatte bereits im letzten Jahre die Assistentenstelle am Museum verwaltet. Ueber die Neubesetzung der Stelle theilte mir Herr Prof. GROTH in München freundlichst Folgendes mit: „Die aus Altelsässern bestehende Commission, der jene Sammlung unterstellt war, wählte nun den jungen SCHIMPER zum Nachfolger seines Vaters und wollte so der Familie des Verstorbenen, der so grosse Verdienste um Strassburg hatte, jene Wohnung erhalten. Dagegen erhob nun die naturwissenschaftliche Facultät der Universität Einspruch und erreichte es, dass der junge Mann selbst seine Stellung aufgab und ganz verzweifelt nach Frankreich ging. Die Art, wie er behandelt wurde, hatte meinen Beifall nicht, und ich war der Meinung, dass namentlich sein Lehrer DE BARY hierbei sehr unfreundlich handelte, aber ich musste als damaliger

Dekan die betreffenden Schritte gegen ihn thun und war in der unangenehmen Lage, nicht erreichen zu können, dass man einen anderen Weg in der Sache einschlug. SCHIMPER nahm eine Stelle am botanischen Garten zu Lyon an, kehrte aber bald zurück und sagte mir, er habe es nicht ausgehalten, es habe ihm die „deutsche Wissenschaft“ gefehlt, er wolle zu SACHS gehen, ein Entschluss, den ich lebhaft billigte.“

Während des Sommers 1880 arbeitete SCHIMPER in Folge dieser Vorgänge nicht mehr in dem Institut von DE BARY, mit welchem er in der Folge übrigens in Beziehungen blieb und den er als seinen Lehrer stets hoch schätzte. Er sah wohl auch selbst ein, dass die Direction des Museums nicht seine Aufgabe sein konnte.

Gegen Ende des Jahres 1880 begab er sich nach Nordamerika und blieb dort ungefähr ein Jahr lang als Fellow an JOHN HOPKIN's University zu Baltimore. Für seine Weiterentwickelung war der Aufenthalt in Amerika von besonderer Bedeutung. Auf einem zweiwöchentlichen Ausfluge nach Florida im Frühjahr 1881 sowie auf einem kurzen Abstecher nach Westindien, im Winter 1881, lernte er die tropische Vegetation zum ersten Male kennen. Die Eindrücke und Anregungen, die er dort empfing, waren so mächtige, dass sie seine spätere Forschungsrichtung bestimmten.

Zunächst setzte er in Baltimore noch seine wichtigen Studien an Stärkekörnern fort und sandte bereits im Januar 1881 von dort seine zweite diesbezügliche Arbeit an DE BARY ein, welche im März in der Botanischen Zeitung unter dem Titel: „Untersuchungen über das Wachsthum der Stärkekörner“ erschien. Einen Auszug aus dieser Arbeit publicirte er im „American Naturalist“ Juli 1881. In dieser Abhandlung bringt SCHIMPER den Nachweis des Wachsthums der Stärkekörner durch Apposition, das in unzweifelhafter Weise bei der Anlage neuer Stärkeschichten um corrodirte Körner sich feststellen liess; er kritisirt in eingehender Weise die herrschende NAEGELI'sche Theorie und findet, dass sämmtliche Eigenschaften der Stärkekörner sich ohne die Annahme von Intussusception erklären lassen.

Im Laufe des Sommers 1881 hielt sich SCHIMPER einige Zeit im zoologischen Sommerlaboratorium zu Annisquam (Massachusetts) auf. Hier hatte er Gelegenheit morphologische und physiologische Untersuchungen an einigen Insectivoren (*Sarracenia purpurea* und *Utricularia cornuta*) anzustellen. Erschienen sind dieselben in der Botanischen Zeitung 1882.

Im Januar 1882 kehrte SCHIMPER aus Nordamerika nach Europa zurück und begab sich nach Bonn, wo er im botanischen Institut der Universität $16^1/_2$ Jahre lang thätig verblieb, bis zum Antritt der deutschen Tiefsee-Expedition Ende Juli 1898. In Bonn war es vor

allem Prof. STRASBURGER, der Director des Instituts, welcher in richtiger Erkenntniss der besonderen Begabung des jungen Gelehrten, ihn in entgegenkommender Weise aufnahm und ihn in seinen wissenschaftlichen Bestrebungen in jeglicher Weise förderte. SCHIMPER besass ein lebhaftes Naturell, eine durch den Aufenthalt in den Tropen besonders geweckte Neigung zum Reisen. Es fiel ihm oft, namentlich in den ersten Bonner Jahren, sehr schwer, sich in die geregelte Thätigkeit des Docenten hineinzufinden. So stand er einmal, im Jahre 1889, schon im Begriff, wieder nach Nordamerika an eine neu zu gründende Universität überzusiedeln. Es ist ein Verdienst STRASBURGER's, ihn durch seinen freundschaftlichen Einfluss in Bonn, wo er sich ohne Ablenkungen seinen Arbeiten widmen konnte, festgehalten und dadurch der deutschen Wissensehaft erhalten zu haben.

Während des Jahres 1882 beschäftigte sich SCHIMPER mit weiteren eingehenden Untersuchungen über die Stärkebildner, Chlorophyllkörper und Farbkörper, stellte die Homologie dieser Gebilde fest und fand, dass dieselben sich nur durch Theilung vermehren, also nicht nachträglich aus dem Zellplasma sich differenziren, sondern schon in den embryonalen Zellen vorhanden sind in Form von kleinen, runden, farblosen Anlagen, welche diese Zellen bei der Theilung aus ihren Mutterzellen mitbekommen. Die wichtigsten Resultate dieser Untersuchungen erschienen im Februar und März 1883 in der Botan. Zeitung, ein kürzeres eigenhändiges Referat im Botanischen Centralblatt XII, October 1882. Auch in der Folge und nach der Rückkehr von der unten zu erwähnenden westindischen Reise setzte er die Studien über die feinere Structur der Chromatophoren in ihren verschiedenen Ausbildungsformen bei den einzelnen Pflanzenklassen, über ihre Einschlüsse, über die Theilung, über den Einfluss des Lichtes und der Temperatur auf die Bildung und Zerstörung der Pigmente, über die Lagerung in der Zelle fort und vereinigte die Ergebnisse zu einer grösseren Monographie, welche im XVI. Bande der Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 1885, erschien.

SCHIMPER verliess nun das Gebiet der Zellenlehre, nachdem er noch 1885 das Referat über Morphologie und Physiologie der Zelle für den botanischen Jahresbericht von JUST, Bd. XI, Jahrg. 1883, bearbeitet hatte, und verlegte sich nunmehr hauptsächlich auf biologische und pflanzengeographische Studien, zu denen er die Anregung auf seinen botanischen Reisen in den Tropen erhielt.

Die erste seiner vier grösseren Tropenfahrten unternahm er von Ende December 1882 bis August 1883 nach Westindien, gemeinsam mit dem damaligen Assistenten am Bonner Institut, Dr. FRIEDRICH JOHOW (seit 1889 Professor am Istituto pedagojico zu Santiago in Chile). Zu dieser Reise erhielt er eine Unterstützung von Seiten des Elsass-Lothringischen Ministeriums. Die beiden

Forscher besuchten zunächst die Insel Barbados, durchstreiften dann die Insel Trinidad und unternahmen von dort einen mehrwöchentlichen Ausflug nach Venezuela über Maturin und über die Llanos bis zu der durch HUMBOLDT und BONPLAND bekannt gewordenen Höhle del Guacharo. Mitte März bis Mitte Juni hielten sie sich auf der herrlichen Insel Dominica auf, zuletzt wieder auf Trinidad. Interessante Schilderungen von dieser Reise hat Dr. JOHOW in der Zeitschrift Kosmos Band 1884 und 1885 unter dem Titel: „Vegetationsbilder aus Westindien und Venezuela“ gegeben. Während JOHOW die Saprophyten[1]) einer monographischen Bearbeitung unterzog und die interessanten Hymenolichenen[2]) studirte, widmete sich SCHIMPER vorwiegend dem Studium der für die tropischen Wälder so überaus charakteristischen Pflanzengenossenschaft der Epiphyten, die ihn bereits auf seinem ersten kurzen Abstecher nach Westindien 1881 in hohem Masse interessirt hatten.

Bald nach seiner Rückkehr aus Westindien reichte SCHIMPER die Abhandlung: „Ueber Bau und Lebensweise der Epiphyten Westindiens“ (erschienen 1884 im Botanischen Centralblatt XVII), mit welcher die Reihe seiner wichtigen biologischen Monographien beginnt, der philosophischen Facultät der Universität Bonn als Habilitationsschrift ein. Die Habilitation für „physiologische Botanik“ erfolgte am 16. November 1883 mit der Antrittsvorlesung über pflanzliche Parasiten. Zunächst hielt er kleinere Vorlesungen über pflanzliche Ernährungsphysiologie (W.-S. 1883/84), Pflanzengeographie, speciell von Amerika (S.-S. 1884), Geschichte und geographische Verbreitung der wichtigeren Culturpflanzen (W.-S. 1884/85), bis ihm vom Sommersemester 1885 ab, nach der Berufung des damaligen Extraordinarius F. SCHMITZ nach Greifswald, dessen Vorlesungen für Pharmaceuten über officinelle Gewächse und Pharmakognosie, sowie die mikroskopischen Uebungen im Untersuchen von Drogen und Nahrungsmitteln und die botanischen Excursionen übertragen wurden. Die Ernennung zum ausserordentlichen Professor datirt vom 12. Februar 1886.

Seine Lehrthätigkeit für Pharmaceuten, die er bis zum Schluss des Sommersemesters 1898 erfolgreich ausübte, veranlasste ihn zur Herausgabe des „Taschenbuchs der medicinisch-pharmaceutischen Botanik und pflanzlichen Drogenkunde“, welches 1886 in Strassburg erschien, ferner eines kürzeren Auszugs aus demselben, unter dem Titel „Repetitorium der pflanzlichen Pharmakognosie und officinellen Botanik“, das 1887 in erster, 1893 in zweiter und 1901 in dritter Auflage erschien. Ein sehr brauchbares Werk ist ferner seine „An-

1) Vgl. Jahrb. für wiss. Botanik XVI, 1885.
2) ibid. XV, 1884.

leitung zur mikroskopischen Untersuchung von Nahrungs- und Genussmitteln" (1. Auflage Jena 1886, 2. Auflage 1900), die in ihrer knappen Form, durch die scharfe Hervorhebung der wesentlichen anatomischen Structuren der pflanzlichen Nahrungsmittel als Muster für derartige Unterrichtsbücher gelten kann und in der That grosse Verbreitung gefunden hat.

Die Vorlesungen über officinelle Pflanzen erforderten naturgemäss eine eingehende Beschäftigung mit der Systematik der Phanerogamen, deren Bearbeitung er für das aus dem Bonner Institut auf Anregung von Prof. STRASBURGER hervorgegangene Lehrbuch der Botanik von STRASBURGER, NOLL, SCHENCK, SCHIMPER (1. Auflage Jena 1894, 4. Auflage 1899) übernahm. Während des Sommers 1901, noch kurz vor seinem Tode, war er mit der Umarbeitung des allgemeinen Abschnittes über die Phanerogamen für die fünfte, Februar 1902 erschienene Auflage des Buches beschäftigt.

Nachdem SCHIMPER seine Chromatophorenstudien 1885 zu Ende geführt hatte, stellte er im Anschluss an dieselben physiologische Untersuchungen an „über Bildung und Wanderung der Kohlehydrate in den Laubblättern" (Bot. Ztg. 1885). Er kam zu dem Resultat, dass höchst wahrscheinlich „überall im Assimilationsprocess Glycose gebildet wird und dass die Stärke aus dieser Glycose entsteht, wenn die Menge derselben in der Zelle ein bestimmtes, je nach der Art ungleiches Maximum überschreitet."

Für das Jahr 1886 plante SCHIMPER, gemeinsam mit dem Verfasser dieser Zeilen, eine zweite grössere Tropenreise. Wir schwankten in der Wahl, ob Kamerun oder Brasilien vorzuziehen sei. Ich darf an dieser Stelle wohl eine charakteristische Stelle aus einem Briefe citiren, den ich von SCHIMPER am 10. October 1885 aus Lützelhausen im Elsass betreffend Kamerun erhielt: „Bedenklich ist die klimatische Frage; ich finde in GRISEBACH II, S. 112 folgenden Satz den man sich wohl beherzigen muss: „Wie allgemein die Verderblichkeit des Klimas sei, geht schon daraus hervor, dass weitaus die meisten wissenschaftlichen Reisenden und in den verschiedensten Landschaften hingerafft wurden, während aus den übrigen Tropenländern die namhaften Forscher fast ohne Ausnahme glücklich heimgekehrt sind." Für die Wissenschaft zu sterben ist zwar nicht minder dulce et decorum als pro patria mori, aber ich möchte nicht bloss durch meinen Tod, sondern auch durch meine Werke mir einen geachteten Namen in der Geschichte der Wissenschaft erwerben." Beides ist ihm zu Theil geworden!

Dr. FRITZ MÜLLER in Blumenau († 1897) hatte uns wiederholt in liebenswürdiger Weise zu einem Besuche Brasiliens aufgefordert; die Aussicht, unter der Führung eines so erfahrenen Naturforschers die Tropenvegetation zu erforschen, veranlasste uns Brasilien als

Reiseziel zu wählen. Die Abreise erfolgte am 4. August 1886 von Hamburg. Nach kurzem Aufenthalt in Rio, wo Herr Dr. W. SCHWACKE, Botaniker am Museû nacional, jetzt Professor in Ouro Preto, die Freundlichkeit hatte, uns durch die Wälder des unvergleichlichen Corcovado zu geleiten, begaben wir uns nach Desterro, unternahmen dort mit Herrn E. ULE, jetzt in Rio am Museum, interessante Excursionen auf der Insel Santa Catharina und erreichten am 16. September Blumenau, wo es uns vergönnt war, fast täglich mit dem verehrten Dr. FRITZ MÜLLER gemeinsam Streifzüge in den an botanischen Schätzen unerschöpflichen, südbrasilischen Wald zu veranstalten. Mitte November lernten wir bei Joinville die Mangrovevegetation, auf dem Hochland der Provinz bei São Bento die Araucarienwälder kennen und trafen Anfang December wieder in Rio ein, von wo wir unter Führung von Dr. SCHWACKE eine Excursion in die interessante, an der Grenze von Minas gelegene Serra do Picú ausführten. SCHIMPER musste am 13. December in Rücksicht auf seine Vorlesungen von Rio aus die Heimreise antreten, während Verfasser nach längerem Aufenthalt in Rio, Minas, in der Serra dos Orgaôs und Pernambuco im Juli 1887 zurückkehrte.

Zwei wichtige biologische Monographien waren zunächst das wissenschaftliche Ergebniss dieser Reise, nämlich „Die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen im tropischen Amerika“ und als Neubearbeitung der Epiphyten „Die epiphytische Vegetation Amerikas“. Beide Werke erschienen 1888 als 1. und 2. Heft der im Verlage von G. FISCHER, Jena, von SCHIMPER herausgegebenen Botanischen Mittheilungen aus den Tropen.

Die von THOMAS BELT in Nicaragua aufgedeckten und von FRITZ MÜLLER in Brasilien bestätigten wunderbaren Einrichtungen der von Ameisen bewohnten Cecropienbäume wurden in Blumenau von SCHIMPER einer erneuten kritischen Prüfung durch Beobachtungen in der Natur und durch Experimente unterworfen und auf diese Weise festgestellt, in welchen Punkten thatsächlich Anpassungen vorliegen. Von besonderem Interesse und überraschend war die Entdeckung einer ameisenfreien *Cecropia* am Corcovado bei Rio, welche durch Wachsüberzug der Blattstiele gegen die Blattschneiderameisen geschützt ist, ferner auch einer neuen Ameisenpflanze, der *Cordia nodosa*, bei Pernambuco. Die Abhandlung SCHIMPER's lenkte die allgemeine Aufmerksamkeit auf die Myrmekophyten, über die nun bereits eine umfangreiche Litteratur vorliegt.

Das Werk über die epiphytische Vegetation Amerikas ist eine zu einer Monographie erweiterte vollständige Neubearbeitung der oben erwähnten, 1884 erschienenen Abhandlung über die in Amerika vorhandenen Vertreter dieser Gewächse. SCHIMPER bringt zunächst eine systematische Aufzählung der Epiphytengenossenschaften und

weist nach, dass die Beschaffenheit der Früchte und Samen, welche entweder durch Vögel und baumbewohnende Thiere, oder durch den Wind verbreitet werden, massgebend ist für die Ermöglichung epiphytischer Lebensweise; sodann schildert er die Anpassungen an den Standort und unterscheidet danach bestimmte Gruppen; ferner erörtert er den Einfluss äusserer Factoren auf die Vertheilung der epiphytischen Pflanzenarten innerhalb der Verbreitungsbezirke, stellt die geographische Verbreitung dar, die verschiedenen selbständigen Epiphytenherde in- und ausserhalb der Tropen und findet die klimatischen Bedingungen für das Auftreten von Epiphyten in reichlichen Niederschlägen von mindestens 200 *cm* jährlichem Regenfall und in hohem Feuchtigkeitsgehalt der Luft. Von grosser Bedeutung ist diese Abhandlung somit auch für die biologische Pflanzengeographie. SCHIMPER verfolgte in seinen weiteren Arbeiten gerade diese von physiologischer Grundlage ausgehende Richtung, über deren Stellung zu der von ihm durchaus als berechtigt anerkannten systematischen Richtung in der Pflanzengeographie er sich im Schlusswort äussert.

Sowohl in Westindien als in Brasilien hatte SCHIMPER sein Augenmerk auch auf die Mangrove- und Strandvegetation gerichtet und bereits zahlreiche Beobachtungen über dieselben gesammelt. Da unter den Lebensbedingungen der Strandpflanzen der Gehalt des Substrats an Salzen eine wichtige Rolle spielt und überhaupt die Kenntniss der Verarbeitung der Salze im Stoffwechsel zur Entscheidung gewisser pflanzengeographischer Fragen erforderlich ist, so suchte SCHIMPER durch physiologische Versuche, während der Sommermonate 1887, 1888, 1889, weitere Aufklärung über die Bedeutung der Salze für die Pflanze zu gewinnen.

Zunächst beschäftigten ihn die Untersuchungen „Ueber die Kalkoxalatbildung in den Laubblättern" (publicirt in der Bot. Ztg. 1888). Er unterschied bezüglich der Bildung dieses Salzes das primäre Kalkoxalat, das unabhängig vom Licht und vom Chlorophyll beim Wachsthum der Organe als Nebenproduct, und das secundäre Kalkoxalat, das in den Blättern proportional der Intensität des Lichtes, abhängig vom Chlorophyll und der Transpiration, aber nicht von der Assimilation, entsteht und aus den grünen in die chlorophyllfreien Zellen, wo es sich krystallinisch ausscheidet, auswandert. Die Bedeutung des Kalkes soll eine zweifache sein; einerseits spielt er bei der Translocation der Kohlenhydrate eine wesentliche Rolle, andererseits dient er dazu, den Pflanzen Stickstoff, Schwefel und Phosphor in assimilirbarer Form zuzuführen, um dann durch die Bindung an Oxalsäure dem Stoffwechsel entzogen zu werden.

In der Zeitschrift Flora 1890 erschien sodann eine längere Abhandlung „Zur Frage der Assimilation der Mineralsalze durch die grüne Pflanze". Nach Feststellung der mikrochemischen Methoden

zum Nachweis der Salze in den Zellen bringt SCHIMPER wichtige Capitel über die Vertheilung und Leitung der Aschenbestandtheile in der Pflanze, über die organischen Kalksalze, über die Rolle des Kalkes und des Kali im Stoffwechsel, über die Assimilation der Mineralsalze. Im Mesophyll werden fast sämmtliche Rohstoffe zuerst verarbeitet; hier soll auch, wahrscheinlich durch die Chlorophyllkörner, die Reduction der Salpeter- und Schwefelsäure stattfinden, während die Phosphorsäure als solche an dem Aufbau der organischen Substanz theilnimmt.

Beide Arbeiten und die oben genannte über Wanderung der Kohlenhydrate sind die einzigen, rein physiologischen unter den Publicationen SCHIMPER's.

In erster Linie zum Studium der tropischen Strandflora unternahm SCHIMPER während des Wintersemesters 1889/90, mit Unterstützung der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, seine dritte Tropenreise, welche Ceylon und Java zum Ziel hatte. Die Abreise erfolgte am 19. August 1889 von Genua. Während des Septembers veranstaltete er zum Theil gemeinsam mit dem Ethnographen Prof. E. SCHMIDT aus Leipzig Streifzüge durch Ceylon und bestieg zweimal den höchsten Gipfel der Insel, den Pidurutallagalla. Im October traf er in Buitenzorg ein, nachdem er bei seiner Ankunft in Batavia ein drolliges Abenteuer erlebt hatte. Von Singapore war der Zollbehörde die Ankunft einer Ladung Opium telegraphirt worden. Die Beamten hielten SCHIMPER für den Opiumschmuggler und unterwarfen sein Gepäck einer peinlichen Durchsuchung, um sich mit langen Gesichtern von dem harmlosen Inhalt der grossen Kisten überzeugen zu müssen. In gastfreundlichster Weise wurde er von Dr. M. TREUB in dem herrlichen botanischen Garten zu Buitenzorg aufgenommen. Von dieser Station aus unternahm er dann, überall liebenswürdiges Entgegenkommen findend, seine grösseren Excursionen durch die ganze Insel, nach zahlreichen Küstenorten, nach den Solfataren am Salak, Kawah Manoek, Telaga Bodas mit ihrer halophytischen Vegetation, auf die höchsten Vulkanberge, von denen er eine Anzahl erstieg, so in Westjava den Pangerango, 9326', in Ostjava den Gunung Ardjuno (Widodaren) 10350'. Unter den vielen Botanikern, welche in den letzten Jahrzehnten das gastliche Buitenzorg von Europa aus besuchten, hat wohl keiner so wie er auf recht anstrengenden Touren die Vegetation der Insel in ihren verschiedensten Formationen kennen gelernt.

Nach der Rückkehr überreichte er der Akademie zu Berlin eine kurze, aber wichtige Abhandlung „Ueber Schutzmittel des Laubes gegen Transpiration, besonders in der Flora Java's“, welche von PRINGSHEIM in der Sitzung am 31. Juli 1890 vorgelegt wurde. Sie schliesst mit der These, dass Schutzmittel gegen übermässige Trans-

spiration „allen Pflanzen zukommen, die dauernd oder periodisch gegen erschwerte Wasserversorgung zu kämpfen haben, möge die Ursache der letzteren in Trockenheit der Atmosphäre und des Bodens, in kräftiger Insolation und Luftverdünnung, in Salzreichthum des Substrats oder zu niederer Temperatur desselben zu suchen sein.“ Xerophile Structuren kehren daher in ähnlicher Ausbildung wieder bei Wüstenpflanzen, bei Halophyten, bei alpinen Gewächsen, bei immergrünen Holzpflanzen der kälteren temperirten Zone, bei vielen Epiphyten und bedingen unter Umständen einen gegenseitigen Standortswechsel bei gewissen Vertretern dieser Genossenschaften.

Abgesehen von einem 1893 in der Forstlich-naturwissenschaftlichen Zeitschrift, Band II, erschienenen Aufsatz über die Gebirgswälder Javas, in welchem auch die Gipfelvegetation der Vulkanberge geschildert wird, ist das wichtigste Resultat der javanischen Reise die umfangreiche, Herrn Dr. M. TREUB gewidmete Monographie über „Die indomalayische Strandflora“ (erschienen Jena 1891), die nach ähnlichen Gesichtspunkten verfasst ist wie das Epiphytenwerk und sehr viel Neues darbietet. Die Strandflora Asiens wird gegliedert in die Formationen der Mangrove, der Nipa, der *Barringtonia* und der *Ipomoea pes caprae*. Von besonderem Interesse ist das Capitel über die Samen und Früchte der Drift und die Bedeutung der Meeresströmungen für die geographische Verbreitung der Litoralgewächse, für die Physiologie von Wichtigkeit der auf den Ergebnissen zahlreicher Culturversuche beruhende Abschnitt über die Structur der Strandpflanzen in ihrem Zusammenhang mit dem Salzgehalt des Substrats.

Das Studium der Mangrovegewächse gab die Veranlassung, dass SCHIMPER die Bearbeitung der Familie der Rhizophoraceen für die „Natürlichen Pflanzenfamilien“, Theil III, 7, 1892, übernahm.

Nach der Publication der javanischen Reiseergebnisse nahm ihn zunächst die Bearbeitung der Phanerogamen für das aus dem Bonner Institut hervorgegangene Lehrbuch der Botanik in Anspruch, und nun schritt er an die Ausführung eines schon längst gehegten Planes, eine umfassende Darstellung der „Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage“ zu versuchen und in derselben seine gesammten, auf Reisen gesammelten Beobachtungen, sowie die Resultate seiner früheren biologischen Monographien zu verwerthen. Nach mehrjähriger angestrengter Thätigkeit konnte er im Jahre 1898 an die Publication dieses seines Hauptwerkes herantreten, welches als eine der bedeutendsten Erscheinungen auf dem Gebiete der allgemeinen Pflanzengeographie gelten muss. Sowohl die älteren grundlegenden Handbücher über Pflanzengeographie von A. DE CANDOLLE und GRISEBACH als auch die neueren von ENGLER, DRUDE, WARMING sind verschiedenartig in der Gliederung und Behandlung des Stoffes und er-

gänzen sich gegenseitig. SCHIMPER bevorzugte die physiologische Grundlage, ohne die Leistungen der bisher stärker hervorgetretenen systematisch-entwicklungsgeschichtlichen Richtung zu verkennen. Sein Werk ist besonders reich an neuen fruchtbringenden Ideen und wird für die Weiterentwickelung dieser Wissenschaft von grossem Einfluss sein. Ein Hauptwerth des Buches liegt in der vorzüglichen Ausstattung mit Vegetationsbildern aus allen Erdzonen.

Zu bedauern bleibt, dass die Drucklegung sehr beschleunigt werden musste und dass in Folge dessen manche Capitel weniger eingehende Behandlung erfahren konnten. SCHIMPER erhielt nämlich im Februar 1898, kurz vor Beginn des Druckes, vom preussischen Cultusministerium den ehrenvollen Auftrag, an der unter Leitung von Prof. CHUN in Leipzig geplanten deutschen Tiefsee-Expedition, deren Abreise auf Anfang August festgesetzt war, als Botaniker Theil zu nehmen. Die Pflanzengeographie musste bis dahin gedruckt vorliegen, nachdem noch vorher die Correcturen zur 3. Auflage des Lehrbuchs der Botanik zu erledigen waren. Zwischen durch, im Juni und Juli, spielte ferner SCHIMPER's Berufung als Ordinarius nach Basel, als Nachfolger des nach Halle übergesiedelten Professors KLEBS, und gleichzeitig kam er auch für die durch den Tod von Prof. COHN erledigte Professur in Breslau in Vorschlag. Er entschied sich in Rücksicht auf seine elsässischen und schweizerischen Familienbeziehungen für die Stelle in Basel, welche er nach der Rückkehr von der Expedition antreten sollte, während in der Zwischenzeit die Vorlesungen Herrn Privatdocenten Dr. W. BENECKE in Strassburg (jetzt in Kiel) übertragen wurden.

Am letzten Juli 1898 erfolgte die Abfahrt des Dampfers Valdivia der Tiefsee-Expedition aus Hamburg. Merkwürdiger Weise fand SCHIMPER in der Valdivia denselben Dampfer Tijuca wieder, auf welchem er im December 1886 die Fahrt von Brasilien heimwärts zurückgelegt hatte. Volle 9 Monate lang war die grossartig angelegte Expedition unterwegs. In ihrem Verlauf und in ihren Hauptergebnissen hat sie in dem Prachtwerke „Aus den Tiefen des Weltmeeres“ von ihrem Leiter, Prof. CHUN, eine anschauliche Schilderung erfahren. SCHIMPER hatte Gelegenheit, die interessante Vegetation der Canaren, Kerguelen, Seychellen und anderer Inseln kennen zu lernen, in der tropisch afrikanischen Flora in Kamerun, am Congo und in Ostafrika, auf Sumatra und in Capland neue Beobachtungen anzustellen, vor allem aber das ihm ganz neue Gebiet der oceanischen Planktonflora zu betreten.

Leider sollte sein sehnlichster Wunsch, die Bearbeitung des botanischen Werkes der Expedition zu vollenden und zu publiciren, nicht in Erfüllung gehen. Bereits zu Beginn der Reise, im October, an der Küste von Kamerun zog er sich eine überaus heftige Malaria

zu und auch späterhin hatte er öfters an Fieberanfällen zu leiden. Dazu kam zuletzt eine neue bösartige Infection in Dar-es-Salam. So kam er „mitten in einem schweren Fieberanfall, ganz vernichtet, zum grossen Schrecken seiner armen Schwester“, wie er mir schrieb, in Basel im April 1899 an, und leider stellte sich als Folge der übermässigen Anstrengungen bei ungenügender Ernährung Diabetes in so hohem Masse ein, dass sein Körper dieser Krankheit auf die Dauer keinen Widerstand leisten konnte. Wiederholte Kuren in Karlsbad brachten vorübergehende Besserung, und noch im letzten Sommer, eifrig mit der Bearbeitung der Inselfloren beschäftigt, hatte er die beste Hoffnung, sein Werk zu Ende führen zu können. Anfang September 1901 verschlimmerte sich aber sein Leiden, bis ihn am 9. September ein sanfter Tod erlöste.

Die Uebernahme des Ordinariats in Basel, die Verwaltung des dortigen Gartens und des neuen, nach Plänen von Prof. KLEBS erbauten vortrefflichen Instituts, die Einrichtung von Sammlungen, zuletzt noch das Dekanat der philosophischen Facultät nahmen seine Kräfte sehr in Anspruch, und nur seine ausserordentliche Energie setzte ihn bei seiner zerrütteten Gesundheit in Stand, die Pflichten seines Amtes zu erfüllen, Vorlesungen und Uebungen durchzuführen. Im Februar 1900 hielt er seine Antrittsrede über das Plankton der Hochsee. Im Institut, an welchem Fräulein Dr. CHARLOTTE TERNETZ und zuletzt Dr. R. ANHEISSER als seine Assistenten, sowie Dr. G. SENN als Privatdocent wirkten, fanden sich bald zu reger wissenschaftlicher Thätigkeit zahlreiche Praktikanten ein, welche zum Theil das Material der Tiefsee-Expedition bearbeiteten. Seinen Schülern war er ein liebenswürdiger und anregender Lehrer und Berather. Die Universität Basel, in deren Namen Prof. BETHE als stellvertretender Dekan der philosophischen Facultät warm empfundene Worte der Erinnerung an seinem Grabe sprach, verlor mit ihm einen ihrer hervorragendsten Gelehrten.

Reich an neuen Ideen, mit sicherem Blick für den Kernpunkt wissenschaftlicher Probleme, besass SCHIMPER eine besondere Begabung zu selbständiger Forschung. Seine Reisen sind gerade dadurch so reich mit Erfolg gekrönt, dass er es verstand, sich auf die gestellten Hauptaufgaben zu concentriren, diese planmässig von bestimmten Gesichtspunkten aus in Angriff zu nehmen. Seine ausserordentliche Energie, seine lebhafte Freude an der Natur, seine Begeisterung für die Erforschung einer ihm neuen Vegetation brachten es zu Wege, dass er oft sehr austrengende Excursionen, wie beispielsweise die Besteigungen der hohen Vulkangipfel Javas oder die Streifzüge an der heissen ostafrikanischen Küste, erfolgreich durchführen konnte, obwohl sein Körper keineswegs sehr kräftig war. Namentlich in der ersten Zeit seines Bonner Aufenthalts war seine Gesundheit

öfters in Folge Ueberanstrengung bei seinen wissenschaftlichen Arbeiten angegriffen. Dies war auch der Grund, weshalb er noch im Jahre 1891 eine Berufung nach Marburg als Nachfolger von Prof. GOEBEL ablehnen zu müssen glaubte.

SCHIMPER hatte ein ungemeines Interesse für Litteratur und Kunst. Grossen geselligen Verkehr liebte er nicht, fühlte sich aber desto wohler im kleineren Kreise seiner befreundeten Collegen und war in demselben in Folge seiner lebhaften Unterhaltung ein gern gesehener Gast. In manchen Zügen zeigte sich bei ihm die Mischung von deutschem und französischem Wesen. Impulsiver Natur konnte er oft über ein neu erschienenes Werk, das ihm in irgend einem Punkte nicht gefiel, sehr absprechend urtheilen, bis ihn eine ruhigere Ueberlegung zu objectiverer Anerkennung führte.

SCHIMPER war unverheirathet. Von seinen beiden Schwestern ist die ältere, CÉCILE, die Gemahlin des Arztes Dr. HARTMANN zu Lützelhausen im Elsass, im Frühjahr 1892 gestorben, während die jüngere Schwester HELENE, mit welcher er in Basel im botanischen Institut zusammen wohnte, nach Couvet im Schweizer Jura übersiedelt. Mit letzterer verbrachte er öfters die Frühlingsferien an der Riviera, mit Vorliebe auf der Halbinsel Antibes oder in Bordighera, theils zur Erholung, theils auch mit wissenschaftlichen Studien beschäftigt.

SCHIMPER's wissenschaftliches Werk hat schon zu seinen Lebzeiten allgemeine Anerkennung gefunden; seine Persönlichkeit wird Allen, die ihm näher standen, unvergesslich in ehrendem Angedenken verbleiben.

Darmstadt, Januar 1902.

## Verzeichniss der Publicationen.

### Zellenlehre.

1. Untersuchungen über die Proteïnkrystalloide der Pflanzen. — Inaug.-Dissertation, Strassburg 1878. 8°, 66 S. In etwas modificirter Form unter dem Titel: „Ueber die Krystallisation der eiweissartigen Substanzen" publicirt in GROTH's Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie Band V, Heft II, III, 1880. 8°, 38 S.
2. Untersuchungen über die Entstehung der Stärkekörner. — Botan. Zeitung 1880, Nr. 52. 4°, 11 S., 1 Taf. Uebersetzung erschien in Quarterly Journal of microsc. science 1881, April.
3. Untersuchungen über das Wachsthum der Stärkekörner. — Bot. Ztg. 1881, Nr. 12—14. 4°, 17 S., 1 Taf.

4. The Growth of Starch Grains. — The American Naturalist, July 1881. 8°, 3 S. (Referat über vorige Arbeit).

5. Ueber die Gestalten der Stärkebildner und Farbkörper. — Bot. Centralbl. XII 1882. 8°. 4 S. (Referat über die folgende Arbeit).

6. Ueber die Entwickelung der Chlorophyllkörner und Farbkörper. — Bot. Ztg. 1883. No. 7—10. 4°, 18 S., 1 Taf.

7. Untersuchungen über die Chlorophyllkörper und die ihnen homologen Gebilde. — Jahrb. für wiss. Bot. XVI 1885. 8°, 247 S., 5 Taf.

8. Morphologie und Physiologie der Zelle. — Referat für Jahrg. 1883 in JUST. Botan. Jahresbericht XI. 8°, 28 S.

**Physiologie.**

9. Ueber Bildung und Wanderung der Kohlehydrate in den Laubblättern. — Bot. Ztg. 1885. 4°, 18 S.

10. Ueber Kalkoxalatbildung in den Laubblättern. — Bot. Ztg. 1888. 4°, 25 S.

11. Zur Frage der Assimilation der Mineralsalze durch die grüne Pflanze. — Flora 1890. 8°, 55 S.

**Parasiten.**

12. Die Vegetationsorgane von *Prosopanche Burmeisteri*. — Abhandl. der naturf. Gesellsch. Halle, XV, 1880. 4°, 24 S, 2 Taf.

**Insectivoren.**

13. Notizen über insektenfressende Pflanzen. — Botan. Ztg. 1882. 4°, 9 S., 1 Taf.

**Epiphyten.**

14. Ueber Bau und Lebensweise der Epiphyten Westindiens. — Bot. Centralbl. XVII 1884. 8°, 50 S., 2 Taf.

15. Die epiphytische Vegetation Amerikas. — Heft 2 von SCHIMPER's Botan. Mittheilungen aus den Tropen. Jena 1888. 8°, 162 S., 6 Taf.

**Myrmekophyten.**

16. Die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen im tropischen Amerika. — Heft 1 von SCHIMPER's Botan. Mittheil. aus den Tropen. Jena 1888. 8°, 97 S., 3 Taf.

**Strandflora.**

17. Die indomalayische Strandflora. — Heft 3 von SCHIMPER's Bot. Mittheil. aus den Tropen. Jena 1891. 8°, 204 S., 7 Taf., 1 Karte, 7 Fig.

18. *Rhizophoraceae.* — In ENGLER-PRANTL, Natürl. Pflanzenfamilien, III. Theil. Abth. 7. Gedruckt Mai 1892. 8°, 15 S., 11 Fig.

**Pflanzengeographie.**

19. Ueber Schutzmittel des Laubes gegen Transpiration, besonders in der Flora Javas. — Sitzungsber. der Kgl. Akad. der Wissensch. zu Berlin, phys.-math. Classe XL, 1890. 8°, 18 S.

20. Die Gebirgswälder Javas. — Forstl. Naturwiss. Zeitschr. II 1893. 8°, 17 S.

21. Die gegenwärtigen Aufgaben der Pflanzengeographie. — Geograph. Zeitschrift II, 1896. 8°, 5 S.

22. Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. — Jena. Verlag von G. FISCHER, 1898. 8°, 876 S., 502 Fig., 5 Taf., 4 Karten. (Ausführliches Referat von G. KARSTEN in der Geogr. Zeitschr. V, 1899.)

23. Bericht über die Fortschritte der Pflanzengeographie in den Jahren 1896—1898. — Geogr. Zeitschr. VI. 1900. 8°. 14 S.

**Lehrbücher.**

24. Taschenbuch der Medicinisch-Pharmaceutischen Botanik und pflanzlichen Drogenkunde. — Strassburg 1886. 16°, 214 S.

25. Syllabus der Vorlesungen über pflanzliche Pharmakognosie. — Strassburg 1887. 16°, 83 S. — 2. Aufl. 1893, 98 S. — 3. Aufl. 1901, 98 S. — Die 2. und 3. Auflage unter dem Titel: Repetitorium der pflanzlichen Pharmakognosie und officinellen Botanik.

26. Anleitung zur mikroskopischen Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel. — Jena 1886. 8°, 140 S., 79 Fig. — 2. Aufl. 1900. 158 S., 134 Fig.

27. Die Phanerogamen in STRASBURGER, NOLL, SCHENCK, SCHIMPER. — Lehrbuch der Botanik. Jena 1894. — 2. Aufl. 1895. — 3. Aufl. 1898. — 4. Aufl. 1899. — 5. Aufl. 1902.

# Mittheilungen.

## I. C. Correns: Die Ergebnisse der neuesten Bastardforschungen für die Vererbungslehre.

Sammelreferat, erstattet für die Deutsche Botanische Gesellschaft am 26. September 1901[1]).

Eingegangen am 23. October 1901.

Das nachstehende Referat wird, wie nochmals ausdrücklich bemerkt werden soll, nur über jene Fortschritte auf dem Gebiete der Bastardforschung berichten, die für die Lehre von der Vererbung von Wichtigkeit sind.

Man kann nach den Fragen, auf die sich das rein wissenschaftliche Interesse bezog, in der Geschichte der Bastardforschung[2]) drei, naturgemäss nicht scharf getrennte Epochen unterscheiden. Im Vordergrund stand in der ersten, etwa bis 1830 reichenden, die Frage nach der Sexualität der Pflanzen, in der zweiten, etwa bis 1875 zu rechnenden, die Speciesfrage, in der dritten die Vererbungsfrage. Die Bedeutung der Bastarde für diese ist so selbstverständlich, dass ich hierbei nicht zu verweilen brauche. Anerkannt ist, dass die Pflanzenbastarde bis jetzt mehr und besseres Material geliefert haben, als die Thierbastarde. Es würde zu weit führen, auf die verschiedenen Gründe hierfür einzugehen. Im Folgenden wird gelegentlich auch auf einige zoologische Arbeiten verwiesen werden.

In der dritten Epoche, in der wir noch stehen, sind grössere experimentelle Untersuchungen in relativ geringer Zahl ausgeführt worden; es wurde vorwiegend das in den beiden früheren Epochen gesammelte Material verwerthet.

Im Jahre 1880 erschien FOCKE's (1881) treffliche Zusammenstellung des bis dahin Bekannten. Von den Errungenschaften der folgenden Zeit verdient zunächst einmal die Anwendung der anatomischen Methode auf die Bastarde hervorgehoben zu werden. Inaugurirt[3]) durch VON WETTSTEIN (1887), gepflegt von HILDEBRAND

1) Es musste wegen Zeitmangels beim Vortrag hier und da gekürzt werden.

2) Eine gute Uebersicht giebt FOCKE, 1881, S. 429—445.

3) Einen Versuch in dieser Richtung hatte schon 1831 J. S. HENSLOW gemacht (On the Examination of a Hybrid *Digitalis*; Transact. Cambr. Philos. Soc.), und v. WETTSTEIN erwähnt selbst SCHOTT (Wilde Blendlinge österr. Primeln, 1852; vergl.

(1889). MACFARLANE (1892) und MILLARDET (1894) — wenn ich von weniger wichtigen Arbeiten absehe —, hat sie gelehrt, dass die histologischen Merkmale der Eltern sich im Bastard nicht anders verhalten als die äusseren, morphologischen, ein Ergebniss, das von vornherein sehr wahrscheinlich war. Die rein physiologischen Merkmale, z. B. der Zeitpunkt des Aufblühens[1]), verhalten sich ja auch nicht anders.

Dann ist der wissenschaftlichen Experimente zu gedenken, in erster Linie jener HILDEBRAND's (1889 u. f.), MILLARDET's (z. B. 1894), KÖRNICKE's (z. B. 1885) und RIMPAU's (z. B. 1891); von kleineren Arbeiten z. B jener von NOBBE (1888) über Levkojenbastarde, von FOCKE (z. B. 1893, 1897), FRITZ MÜLLER (1893, 1897), Miss SAUNDERS (1897), J. H. WILSON (1900), H. J. WEBBER (1900) etc. Wie intensiv gleichzeitig die Praktiker gearbeitet haben, zeigt für das Gebiet des Gartenbaues der Bericht der im Juli 1899 in London abgehaltenen „Hybrid Conference" (1900); derselbe Bericht lehrt aber auch, wie ungeklärt die Ansichten noch sind. Neue Untersuchungen sind dringend nöthig.

Wenn daher im letzten Jahr des verflossenen Jahrhunderts drei Forscher[2]) im Wesentlichen übereinstimmende Ergebnisse ihrer Untersuchungen veröffentlicht haben, fast gleichzeitig und unabhängig von einander, so ist dieses Zusammentreffen — nicht das erste derartige in der Geschichte unserer Wissenschaft — nur auf den ersten Blick frappirend. Zum Glück ist diesmal ein Prioritätsstreit überflüssig; die Ergebnisse sind im Grossen und Ganzen nur eine Bestätigung jener, die der Augustinermönch GREGOR MENDEL bei den Experimenten erhielt, die er in den 60er Jahren im Garten seines Klosters in Brünn ausgeführt hatte. Sie sind für die uns hier interessirenden Probleme wohl die wichtigsten, die im verflossenen Jahrhundert angestellt wurden, ja man wird überhaupt neben sie nur KÖLREUTER's Arbeiten stellen können. Auf ihre eminent praktische Bedeutung kann ich hier nicht eingehen.

Es erscheint uns jetzt merkwürdig, dass diese Untersuchungen so lange unbeachtet bleiben konnten. Wir können es aber begreifen, wenn wir bedenken, dass sie noch in der zweiten der vorher unterschiedenen Epochen erschienen, wo man hoffte, die Speciesfrage durch das Bastardirungsexperiment zu lösen. Als dann die Vererbungslehre mehr in den Vordergrund des Interesses trat, verhinderte der Umstand, dass MENDEL eine schwer zugängliche Vereinsschrift

auch REICHENB Icon. fl. Germ. Vol. XIII) und KERNER (Monographia Pulmonariarum, 1878) als Vorläufer, die Form und Vertheilung der Trichome bei ihren Objecten studirten.

1) Sehr instructive Angaben hat A. KERNER (1891) für Weidenbastarde gemacht.

2) DE VRIES (1900, *a*), CORRENS (1900, *a*) und TSCHERMAK (1900).

zur Publication wählte, ihr Bekanntwerden. In neuester Zeit ist hierin Abhilfe geschaffen worden[1]).

Es ist zunächst nöthig, über die Arbeiten MENDEL's kurz zu referiren: den Weg, auf dem die Resultate gefunden wurden, kann ich dagegen hier nicht einmal andeuten.

Im Jahre 1866[2]) veröffentlichte MENDEL nach achtjährigen Versuchen eine Abhandlung „über Pflanzenhybriden", vorzüglich über solche zwischen Erbsenrassen. Die Ergebnisse lassen sich in folgende drei Hauptsätze zusammenfassen:

1. Die einzelnen Merkmale einer Sippe (Art, Varietät, Rasse) sind unter einander völlig unabhängig. Der Bastardirungsversuch zerfällt daher, nach MENDEL's eigenen Worten, „in ebenso viele einzelne Experimente, als constant differirende Merkmale an den Versuchspflanzen vorkommen." — Unterscheidet sich die Sippe I von der Sippe II durch die Höhe, durch die Blüthenfarbe und durch die Farbe der Keimblätter, so vereinigen sich bei der den Bastard (I + II) liefernden Befruchtung je zwei Anlagen für die drei differirenden Merkmale: die für die Höhe von I mit der für jene von II, die für die Blüthenfarbe von I mit der für jene von II, endlich die für die Farbe der Keimblätter von I mit der für jene von II. Es ist also das Verhalten dreier Merkmalspaare resp. Anlagenpaare zu studiren.

2. Von den correspondirenden, ein Paar bildenden Merkmalen (A, a), durch die sich zwei Sippen I und II, allein oder neben anderen Merkmalen, unterscheiden und deren Anlagen bei der Befruchtung zusammenkamen, zeigt der Bastard stets nur das eine, **dominirende** (A), dieses aber ganz oder nahezu in der ursprünglichen Stärke, während das andere, **recessive** (a), sich nicht zeigt. — So hat der Bastard zwischen einer weissblüthigen Erbsenrasse mit gelben Kotyledonen und einer rothblüthigen mit grünen stets rothe Blüthen und gelbe Kotyledonen; dies sind die dominirenden Merkmale. (Prävalenzregel: CORRENS, 1900, *b*; Satz von der gesetzmässigen Masswerthigkeit der Merkmale: TSCHERMAK.)

3. Bei der Bildung der Keimzellen des Bastardes tritt wieder eine Spaltung der (bei der Bastardbefruchtung vereinigten) Anlagen eines Merkmalspaares ein, derart, dass die **eine Hälfte** der Keimzellen nurmehr die Fähigkeit behält, das

1) GOEBEL hat im Ergänzungsband zur „Flora" 1901 die erste, die Erbsenbastarde behandelnde Arbeit MENDEL's, TSCHERMAK als Nr. 121 von OSTWALD's Klassikern der exacten Wissenschaften beide Arbeiten wieder abgedruckt.

2) MENDEL's beide Arbeiten erschienen 1866 und 1870, nicht 1865 und 1869, wie TSCHERMAK angiebt: diese Daten beziehen sich auf die Zeit der Vorlegung resp. des Vortrages. Auch mein Separatabdruck der Erbsenarbeit ist 1866 datirt.

eine Merkmal (A) zu entfalten, die andere Hälfte die, das andere Merkmal (a) hervorzubringen. Beim obenerwähnten Erbsenbastard besitzt eine Keimzelle also entweder nur die Anlage für weisse oder nur die für rothe Blüthen und nur die für grüne oder nur die für gelbe Kotyledonen (Spaltungsgesetz: DE VRIES, 1900, *a*)[1]).

Einige weitere Sätze ergeben sich sofort aus diesen Hauptsätzen, wie ich hier nicht im Einzelnen zeigen kann. So folgt aus Satz 1 und 3, dass ein Bastard, dessen Eltern sich durch *n* Merkmalspaare unterscheiden, $2^n$ erlei Keimzellen in gleichen Mengen bildet (weil bei der völligen Unabhängigkeit der Merkmale von einander nur der Zufall bestimmt, welche Merkmale zusammenkommen); aus Satz 2 und 3, dass in der zweiten Generation 25 pCt. der Individuen das recessive, 75 pCt. das dominirende Merkmal tragen, und dass von diesen letzteren $^1/_3$ (25) nur Nachkommen mit dem dominirenden, $^2/_3$ (50) Nachkommen mit dem recessiven oder dem dominirenden Merkmal geben werden, wieder 25 pCt. mit dem einen und 75 pCt. mit dem anderen.

Auch das Verhalten bei der Verbindung des Bastards mit einer Elternrasse oder einer dritten Rasse lässt sich unschwer ableiten.

Schon die Versuche mit *Phaseolus* hatten MENDEL nicht durchgängig die gleichen Resultate gegeben. In den nächsten Jahren dehnte er seine Versuche auf das Genus *Hieracium* aus und stellte Artbastarde her. Hier stand das Verhalten der Merkmale der Eltern beim Bastard in schroffstem Gegensatz zu dem für die Erbsenrassen festgestellten, sowohl das während der vegetativen Entwickelung, als das bei der Keimzellbildung.

Satz 2 hat hier zu lauten: Statt eines von den zwei correspondirenden, ein Paar bildenden Merkmalen (A, a) der Eltern zeigt der Bastard sehr oft ein neues Merkmal, eine Zwischenbildung (*α*), und zwar entweder immer die gleiche, so oft das Bastardirungsexperiment wiederholt wird, oder verschiedene bald eine mehr dem einen (A), bald eine mehr dem anderen elterlichen Merkmal (a) sich nähernde Zwischen-

1) TSCHERMAK hat diesen 3. Satz in zwei Sätze zerlegt, in den „Satz von der gesetzmässigen Mengenwerthigkeit der Merkmale" („dass die Zahl der Träger des einen sogenannten dominirenden und des anderen sogenannten recessiven Merkmales in einem für jede Generation bestimmten Verhältnisse stehen") und den „Satz von der gesetzmässigen Vererbungswerthigkeit oder Spaltung der Merkmale" („dass die Träger des sogenannten recessiven Merkmales durchwegs, jene des sogenannten dominirenden Merkmales in einem bestimmten Procentsatze 33,3 pCt. oder 1 : 3 samenbeständige Formen darstellen, dass also eine gewisse Spaltung der Mischung (DE VRIES) eintritt"). Ich halte das für keine glückliche Neuerung.

bildung ($a$, $a'$, $a''$ etc.). In diesem Fall sehen die einzelnen Individuen desselben Bastardes schon in der ersten Generation verschieden aus.

Und Satz 3 lautet hier: Die Bastardpflanze bildet nur einerlei Keimzellen, jede mit den **beiden** Anlagen ($A$, $a$) desselben Merkmalpaares; es tritt keine Spaltung ein. Jede liefert bei Selbstbefruchtung eine ihr völlig gleiche Nachkommenschaft. Dies gilt auch, wenn der Bastard in der ersten Generation vielförmig ist.

Leider hat MENDEL über diese Versuche, die mindestens bis 1873 fortgeführt wurden, nur im Jahre 1870 in sehr summarischer Weise berichtet; er wurde als Abt seines Klosters in die Wogen des Culturkampfes gerissen und ging darin für die Wissenschaft unter. Zum Glück sind wir aber durch die Habilitationsschrift A. PETER's „Ueber spontane und künstliche Gartenbastarde der Gattung *Hieracium* Sect. *Piloselloidea*" in Stand gesetzt, die Lücke auszufüllen. MENDEL sandte nämlich seine Hieracienbastarde zur Cultur an NÄGELI, von dem wohl die Anregung zu ihrer Herstellung ausgegangen war. Ausser fünf von den sechs von MENDEL (1870) selbst erwähnten waren in München noch weitere vier vorhanden, einer in zehn, ein anderer in acht Formen, auch ein Tripelbastard war darunter. — Es würde zu weit führen, hier näher auf diese wichtige Ergänzung einzugehen[1]).

1) Da in PETER's Arbeit die Bastarde MENDEL's zwischen den zahlreichen anderen vertheilt beschrieben sind und erst zusammengesucht werden müssen, gebe ich hier eine vollständige Uebersicht, mit den laufenden Nummern, unter denen sie bei PETER aufgeführt sind, ferner mit der Seitenzahl.

I. **Hieracium vulgare** *α* **genuinum 1. normale + H. Auricula 1. epilosum.** (Fehlt bei MENDEL, 1870.)

In zwei Formen: 3. *H. melanochlorum* und 4 *H. oligotrichum*, p. 451.

II. **H. brünnense + H. Auricula 1. epilosum.** (*H. Pilosella* + *H. Auricula* bei MENDEL, 1870.)

In zwei Formen: 6. *H. coryphodes* und 7. *H. Mendelii*, p. 453.

III. **H. tardans + H. Auricula 1. epilosum.** (Fehlt bei MENDEL, 1870.)

In einer Form: 8. *H. tardiusculum*, p. 454.

IV. **H. aurantiacum + H. Auricula 1. epilosum.** (*H. a.* + *H. A.* bei MENDEL, 1870.)

In acht Formen: 15, *a. H. pyrrhanthes α. genuinum* I. *obtusum*; II. *acutulum a. majoriceps*; *β. minoriceps*; 15, *b. β. purpuriflorum*; 15, *c. γ. inquilinum*; 16. *H. raripilum*; 17. *H. chrysochroum*; 18. *H. fulvopurpureum*, p. 459—463.

V. **H. brünnense + H. cymigerum.** (Fehlt bei MENDEL, 1870.)

In neun Formen: 40, *a. H. canum α. genuinum* 1. *pilosius*; 2. *calvius*, *a. obtusum*; *b. acutum*; 3. *setuliferum*; 40, *b. β. hirticanum* 1. *epilosum*; 2. *subpilosum*; 40. *c. γ. pilosicanum*; 40. *d. δ. setosicanum*; 41. *H. virenticanum*, p. 481—485.

VI. **H. aurantiacum + H. setigerum.** (*H. aur.* + *H. echioides* bei MENDEL, 1870.)

In zwei Formen: 44. *H. monasteriale* 1. *multipilum*; 2. *parcipilum*, p. 488.

[Fortsetzung der Note auf S. (76).]

Wie nicht anders zu erwarten ist, hat auch MENDEL seine Vorgänger gehabt, von denen ich nur SAGERET (1826) und NAUDIN (1863) hervorhebe. War jener zur Annahme gekommen, dass der Bastard im Allgemeinen keine Verschmelzung der elterlichen Charaktere, sondern eine Vertheilung der unveränderten zeige[1]), so wurde dieser durch seine Versuche darauf geführt, dass eine „disjonction des deux essences spécifiques dans le pollen et dans les ovules de l'hybride" vorkomme. Auch GODRON's (1873) Stechapfelbastarde sind hier zu erwähnen. Es fehlte aber noch jenes tiefere Eindringen, das MENDEL durch die scharfe Zerlegung des Artcharakters in die einzelnen Merkmale und die Berücksichtigung der Zahlenverhältnisse erreichte. — Von späteren Arbeiten, die wir jetzt in seinem Sinne verwenden können, seien jene LIEBSCHER's über RIMPAU's Gerstenbastarde (1889)[2]) und KÖRNICKE's (1885) über solche

VII. **H. flagellare + H. subcymigerum.** (*H. fl.* + *H. praealtum* bei Mendel, 1870.)

In einer Form: 50. *H. inops*, p. 492.

VIII. **H. aurantiacum + H. magyaricum.** (*H. aur.* + *H. praealtum* bei Mendel, 1870.)

In einer Form: 70. *H. calomastix*, p. 121.

IX. **H. brünnense + (H. aurantiacum + H. magyaricum).** (Fehlt bei Mendel, 1870.)

In einer Form: 71. *H. trigenes*, p. 122.

(X. *H. pratense* + *H. Auricula*, Mendel 1870, ging in München vor der Untersuchung zu Grunde).

1) Sageret sagt z. B. (l. c. 302): „Ainsi donc, en définitive, il m'a paru qu'en général la ressemblance de l'hybride à ses deux ascendans consistait, non dans une fusion intime des divers caractères propres à chacun d'eux en particulier, mais bien plutôt dans une distribution, soit égale, soit inégale, de ces mêmes caractères: je dis égale ou inégale, parce qu'elle est bien loin d'être la même dans tous les individus hybrides provenant d'une même origine, et il y a entre eux une très-grande diversité. (Ces faits sont constatés par une multitude de mes expériences.) Er giebt auch ein sehr instructives Beispiel, einen Melonenbastard, das hierher zu setzen ich mir nicht versagen kann. (Die Anordnung ist ein Wenig geändert.)

| | Melon ascendant | Premier hybride | Deuxième hybride | Chaté ascendant |
|---|---|---|---|---|
| 1er Chair . . . | jaune | jaune | jaunâtre | blanche |
| 2e Graines . . | jaunes | blanches | blanches | blanches |
| 3e Peau . . . . | Broderie | Broderie | lisse | lisse |
| 4e Côtes . . . | fortement prononcées | assez prononcées | sans côtes | légèrement prononcées |
| 5e Saveur . . . | douce | acide | douce | sucrée et très acide |

2) Inzwischen hat Tschermak diese und ähnliche Beobachtungen über Bastarde zwischen Getreiderassen kritisch-historisch betrachtet: Ueber Züchtung neuer Getreiderassen mittelst künstlicher Kreuzung. Zeitschrift für das landwirthsch. Versuchsw. in Oesterreich, 1901. (Zusatz bei der Correctur.)

beim Mais hervorgehoben, die sich an die Erbsenbastarde anschliessen, vor allem aber jene MILLARDET's (1894) über Erdbeerbastarde. Diese schliessen sich eng an die *Hieracium*-Bastarde MENDEL's an und unterscheiden sich nur dadurch, dass ein Verhalten, welches bei diesen nur gelegentlich bei einzelnen Merkmalspaaren vorkommt, ganz allgemein gilt: der Bastard zeigt entweder die Merkmale des Vaters oder die Merkmale der Mutter, und zwar alle des einen oder alle des andern Elters, so dass man ihn gar nicht als Bastard ansehen würde, sondern als ein Individuum einer der Stammsippen, wenn man nicht seine Entstehung wüsste. Dies Verhalten veranlasste MILLARDET, seine Bastarde „faux hybrides“ zu nennen; ich habe an anderer Stelle ausgeführt (1901, *a*), dass es sich nicht empfehlen dürfte, nach DE VRIES' Vorgang (1900, *e*) alle Bastarde, die sich wie die Hieracienbastarde MENDEL's verhalten, so zu bezeichnen.

Wie schon Eingangs erwähnt, sind MENDEL's Angaben im verflossenen Jahre durch DE VRIES, durch mich und durch TSCHERMAK im Wesentlichen bestätigt worden.

DE VRIES hat speciell das Verdienst, nachgewiesen zu haben (1900 *a*, *b*, *c*), dass Merkmalspaare, wie sie die Erbsenbastarde MENDEL's zeigen, bei Bastarden zwischen sich nahestehenden Sippen[1]) aus den verschiedensten Verwandtschaftskreisen vorkommen. Solche Paare, wie sie die Hieracium- und Erdbeerbastarde zeigen, fand er bei seinen *Oenothera*-Hybriden (1900, *e*), die auch Fälle einer theilweisen, auf einzelne Individuen beschränkte Spaltung, und auch Spaltung in anderem Zahlenverhältniss als bei den Erbsenbastarden, aufwiesen. Dagegen bestreitet er die Möglichkeit einer Mischung der zwei correspondirenden Merkmale der Eltern zu einem neuen, intermediären Merkmal beim Bastard, für die ich (1900, *a*) selbst bei den Erbsenbastarden Beispiele fand, und für die auch TSCHERMAK eingetreten ist. Wir kommen darauf noch zurück.

Ich gebe nun eine Uebersicht über das Verhalten der Merkmale der Elternsippen im Bastard.

Zunächst ist mit aller Schärfe zu betonen, dass das Verhalten der Merkmale während der vegetativen Entwickelung des Bastardes und das Verhalten der Merkmale während der Keimzellbildung

1) Gerade beim Studium der Bastarde wurde mir die Nothwendigkeit recht klar, eine Bezeichnung zu haben, die es unentschieden lässt, ob eine systematische Einheit eine Species, im weiteren oder engeren Sinne, eine Varietät oder eine Rasse etc. ist. NAEGELI (1884, S. 10) hat dafür das Wort Sippe vorgeschlagen, und es ist zu hoffen, dass DE VRIES (Die Mutationen und die Mutationsperioden bei der Entstehung der Arten, Leipzig 1901, S. 14) nicht darauf besteht, dieses Wort für „Gesammtart“ oder „Collectivart“ einzuführen. (Zusatz bei der Correctur.)

vollkommen unabhängig sind; jedes Verhalten während des einen Zustandes verträgt sich mit jedem Verhalten während des anderen.

Wir fassen zuerst das Verhalten während der vegetativen Entwickelung in's Auge.

Haben wir auch die nur scheinbar einheitlichen Merkmale in ihre Componenten zerlegt, so sind die zwei differirenden, antagonistischen, ein Paar bildenden Merkmale (A und a), das von Sippe I (A) und das von Sippe II (a), nur mehr quantitativ verschieden, so dass wir, wenigstens in Gedanken, zwischen sie eine gleitende Reihe von Uebergangsstufen einschieben können, die ich durch eine Punktreihe versinnliche:

```
A                           a
. . . . . . . . . . . . . . .
I                           II
```

Die Merkmalspaare lassen sich nun in zwei, nicht scharf geschiedene Gruppen bringen, je nachdem sich die zwei Anlagen eines Paares jedes Mal, wenn sie bei einer Bastardbefruchtung zusammengekommen sind, gleich oder verschieden gegen einander verhalten. Im ersten Fall werden in dem in's Auge gefassten Punkte alle Bastardindividuen unter sich gleich sein, im anderen unter sich verschieden.

Betrachten wir zunächst ein Merkmalspaar, dessen beide Anlagen sich stets gleich gegen einander verhalten. Dann kann der Bastard entweder ein neues Merkmal $\alpha$, eine zwischen den elterlichen Merkmalen A und a stehende Bildung zeigen, das annähernd die Mitte hält:

```
              α
. . . . . . . • . . . . . . .          α)
I                           II
```

oder dem einen elterlichen Merkmal (z. B. A) näher kommt als dem andern (a):

```
      α
. . . • . . . . . . . . . . .          β)
I                           II
```

Als Extreme finden wir, dass gar kein neues Merkmal auftritt, sondern eines der elterlichen Merkmale, z. B. A:

```
A
• . . . . . . . . . . . . . .          γ)
I                           II
```

Den zwei ersten Fällen ($\alpha$, $\beta$) entsprechen viele Merkmale der Hieracienbastarde, dem dritten ($\gamma$) viele Merkmale der Erbsenbastarde MENDEL's. Um eine kurze Bezeichnung zu haben, nannte ich Merkmalspaare der einen Art ($\alpha$, $\beta$) „homodynam", Merkmalspaare der anderen Art ($\gamma$) „heterodynam" (1900, *d*). TSCHERMAK schuf seitdem die Ausdrücke „Merkmale von relativer Masswerthigkeit" und „Merkmale von absoluter Masswerthigkeit."

Gehen wir zu einem Merkmalspaar über, dessen Anlagen sich in jedem einzelnen Fall, in dem sie zusammen kommen, verschieden zu einander verhalten können. Hier finden wir bald das eine. bald das andere Glied der Uebergangsreihe, die wir uns construirt haben. realisirt, bei dem einen Bastardindividuum dieses ($\alpha'$), bei dem anderen jenes ($\alpha''$) etc.:

$$\begin{array}{ccccccc} & \alpha' & \alpha'' & \alpha''' & \alpha'''' & \alpha''''' & \\ \cdots & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \cdots \\ \mathrm{I} & & & & & & \mathrm{II} \end{array} \qquad \delta)$$

Auch hier sind wieder verschiedene Fälle denkbar, so ein extremer. in dem bald das eine Merkmal der Eltern (A), bald das andere (a) unverändert ausgebildet wird. während die Zwischenstufen fehlen:

$$\begin{array}{ccc} \mathrm{A} & & \mathrm{a} \\ \bullet & \cdots & \bullet \\ \mathrm{I} & & \mathrm{II} \end{array} \qquad \varepsilon)$$

Wir nennen der Kürze halber Merkmalspaare von jenem Verhalten ($\delta$) poikilodynam — sie sind für manche Hieracienbastarde MENDEL's charakteristisch — und solche vom extremen Verhalten ($\varepsilon$) — für welchen die Erdbeerbastarde MILLARDET's das klassische Beispiel liefern — dichodynam (1901, *a*).

Als Specialfall unter den Merkmalspaaren mit verschiedenem Verhalten der Anlagen ($\delta$, $\varepsilon$) lässt sich endlich die Mosaikbildung auffassen, bei der die Verschiedenheit nicht zwischen verschiedenen Bastardindividuen, sondern zwischen verschiedenen Theilen ein und desselben Individuums hervortritt. Dabei können im Einzelnen die Paare poikilodynam sein, wie bei den Endosperm-Bastarden des weissen und blauen Maises (1901, *b*), oder dichodynam, wie bei dem von DE VRIES (1900, *b*) beschriebenen Bastarde der blaublüthigen *Veronica longifolia* mit ihrer weissblüthigen Rasse[1]). Man kann sagen: bei der Mosaikbildung fällt die Entscheidung, welches Merkmal sich zeigt, oder wie stark sich ein Merkmal zeigt, nur später, auf einer niedrigeren Organisationsstufe: statt beim Individuum, beim Spross, bei der Zelle, ja erst bei einer Vacuole (Aleuronkörner der Kleberschicht des Maises).

Wir gehen nun zu dem Verhalten während der Keimzellbildung über und unterscheiden zwischen Merkmalspaaren, deren Anlagen gespalten werden, bei denen also die eine Hälfte der Keimzellen nur die Anlage für das eine (*A*), die andere Hälfte die für das andere Merkmal (*a*) enthält, und Paaren, die nicht gespalten werden, bei denen

1) Ein oft citirtes, sehr schönes Beispiel hat NAUDIN (1863) beschrieben und Tab. II, Fig. *A* abgebildet. Es stellt jedoch nicht, wie der Verfasser angiebt, den Bastard *Mirabilis Jalapa* + *M. longiflora* dar, sondern einen Bastard zwischen Rassen von *Mirabilis Jalapa*, wie ich später einmal zeigen werde.

jede Keimzelle die Anlagen für beiderlei Merkmale (*A* und *a*) enthält. Jene kann man schizogon, diese homöogon nennen (1901, *a*). DE VRIES' Bezeichnungen isogon und anisogon, ferner erbgleich und erbungleich (1900, *d*) scheinen mir zu leicht Missverständnisse veranlassen zu können. Als Ausnahme hat DE VRIES (1900, *e*) beobachtet, dass nur einzelne Individuen „spalten", und dass die Spaltung nach anderen Zahlenverhältnissen stattfindet.

Wie wir schon betonten, verträgt sich jedes Verhalten während der vegetativen Entwickelung mit jedem bei der Keimzellbildung; fassen wir nur die hauptsächlichsten Formen, unter denen sich die Merkmale im Bastard zeigen, in's Auge, so bekommen wir vier Haupttypen. Die Merkmalspaare sind:

| | während der vegetativen Entwicklung: | während der Keimzellbildung: |
|---|---|---|
| I. | heterodynam | schizogon |
| II. | heterodynam | homöogon |
| III. | homodynam | schizogon |
| IV. | homodynam | homöogon |

Man kann den ersten Typus, den MENDEL bei seinen Erbsenhybriden fand, als Pisum-Typus, den vierten, den er bei seinen Hieracienbastarden beobachtete, als Hieracium-Typus bezeichnen, der dritte, der z. B. bei den Maisbastarden häufig vorkommt, mag Zea-Typus heissen[1]); für den zweiten mangelt es noch an ganz sicheren Belegen, doch kann es z. B. kaum einem Zweifel unterliegen, dass er bei *Hieracium*-Bastarden vorkommt. — Es lassen sich noch leicht andere Typen unterscheiden, so ein Fragaria-Typus der dichodynamen und homöogonen Paare, die MILLARDET (1894) bei seinen Erdbeerbastarden fand.

1) Einen sehr hübschen Fall lieferten mir die Bastarde zwischen *Hyoscyamus niger*, mit den bekannten gelblichen, violett geaderten Blumenkronen, und *Hyoscyamus* (*niger* f.) *pallidus*, dem diese violette Aderung fehlt. DE VRIES giebt an (1900 *b*), dass *Hyoscyamus niger* dominirt, *Hyoscyamus pallidus* recessiv ist. Ich fand bei meinen in sehr grosser Zahl gezogenen Hybriden die Blumenkrone merklich schwächer geadert als bei *Hyoscyamus niger*, übereinstimmend mit den alten Angaben KÖLREUTER's, war aber doch sehr erstaunt, als eine Bestimmung der Anthocyanmenge — es dauerte ziemlich lange, bis ich eine brauchbare Methode gefunden hatte — mich belehrte, dass in den Blumenkronen des Bastardes nur etwa die **Hälfte** (genauer 45 pCt.) der Anthocyanmenge gebildet wurde, die bei *Hyoscyamus niger* vorhanden ist. Der Bastard spaltet ganz typisch, 50 pCt. der Individuen der zweiten Generation sehen deshalb genau wie die der ersten Generation aus. Näheres hierüber an anderer Stelle.

Die Bastarde können Merkmale in sich vereinen, die den verschiedenen Typen angehören; es ist deshalb auch nicht möglich, sie nach dem Verhalten ihrer Merkmale zu classificiren. In den relativ seltenen Fällen, wo der Bastard nur Merkmale desselben Typus besitzt, lässt sich der Typus-Name ohne Weiteres auf ihn übertragen.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass dieselben Merkmalstypen sich auch im Thierreich nachweisen lassen. Es würde aber zu weit führen, wenn ich hierauf näher eingehen wollte[1]).

DE VRIES hat, wie wir schon gesehen, das Vorkommen einer Mischung der elterlichen Merkmale zu einem neuen Merkmal, die Existenz des homodynamen und poikilodynamen Merkmalstypus, mit aller Bestimmtheit in Abrede gestellt. Es giebt ausser der Heterodynamie nur noch die Dichodynamie, diese auch als Mosaikbildung, zu (1900, *a*). „A mon avis, on doit admettre, pour comprendre ce fait, que les hybrides ont quelques-uns des caractères simples du père et d'autres caractères également simples de la mère.“ „L'hybride montre toujours le caractère d'un des deux parents, et cela dans toute sa force, jamais le caractère d'un parent, manquant à l'autre, ne se trouve réduit de moitié.“ Der Bastard kann als Ganzes eine Mittelstellung einnehmen, dann zeigt er aber einzelne unveränderte Merkmale des Vaters neben einzelnen, unveränderten Merkmalen der Mutter. Hieran hält DE VRIES auch in seiner letzten Mittheilung (1900, *e*) fest. Er hat sich noch nicht bestimmt ausgesprochen, wie er das Vorkommen unzweifelhafter, auch nicht auf Mosaikbildung der untersten organischen Einheiten zurückführbarer

1) So ist nach den Untersuchungen v. GUAITA's (1898, 1900) bei den Bastarden zwischen dem Albino der Hausmaus und der japanischen Tanzmaus das Merkmalspaar: Nichttanzen — Tanzen heterodynam (Nichttanzen dominirt) und schizogon: es gehört also zum Pisum-Typus. (In der ersten Bastardgeneration trat das Tanzen unter den 21 Individuen nie auf, in der zweiten, durch Inzucht erzielten, bei 8 von den 44 Individuen, statt bei 11, wie die Rechnung verlangt.) Entsprechend verhält sich der Bastard zwischen dem Albino der Hausmaus und der grauen Stammsippe nach DARWIN (1868): die graue Farbe dominirt, und es tritt in der zweiten Generation die weisse wieder auf. Ferner die entsprechende Kreuzung bei Wanderratten nach CRAMPE (1885). Hier waren von 79 Individuen der zweiten Generation 22 weiss, statt der zu erwartenden 20. Aehnlich müssen sich die Bastarde zwischen der Hauskatze und der Angorakatze verhalten (NÄGELI, 1884, S. 199). Die Hautfarbe bildet beim Menschen homodyname, die Augenfarbe fast rein dichodyname Paare (GALTON, 1883, S. 12); rein dichodynam ist z. B. das Merkmalspaar: kurze Beine — lange Beine bei der Kreuzung des Otternschafes mit dem gewöhnlichen Schaf (DARWIN, 1868).

Wenn man sich überlegt, mit welchen Vorsichtsmassregeln und vor allem in welchem Umfange die Versuche angestellt werden müssten, um jetzt die Gültigkeit der MENDEL'schen Regeln für einen Thierbastard exact nachzuweisen, wegen der Geschlechtertrennung, erscheint es begreiflich, dass sie nicht von einem Zoologen gefunden worden sind.

Mittelbildungen erklären will. Solche hat er z. B. selbst (1888, S. 178) für den Bastard *Phaseolus multiflorus* + *Phaseolus vulgaris nanus* angegeben, wo die Vacuolen der Blumenblattzellen einen rosenrothen Zellsaft statt des farblosen und scharlachrothen der Eltern führen. MENDEL nahm in diesem Falle eine Zerlegung der nur scheinbar einheitlichen Anlage für Scharlachroth an, resp. die Entfaltung einer latenten Anlage. Dass etwas derartiges wirklich vorkommt, ist sicher; ich erinnere nur an den bekannten violettblühenden Bastard zwischen *Datura ferox* und *Datura laevis*, die beide weiss blühen. (Ein hübsches Beispiel aus der zoologischen Litteratur bieten nach (HAACKE und) V. GUAITA (1898) die stets grauen Bastarde zwischen der weissen Hausmaus und der schwarzweiss gefleckten japanischen Tanzmaus.) Ich halte aber eine derartige Annahme nicht für ausreichend. Wenn wir mit ihr z. B. das Aussehen der Endosperme bei der Verbindung zwischen weissem Mais und blauem Mais in der ersten Generation erklären wollen, von denen ein grosser Theil unverändert weiss ist, während andere intensiv blau sind, und noch andere alle denkbaren Abstufungen mit Mischung und Scheckung zeigen (1901, *b*, S. 53 u. f.), so müssten wir die Existenz einer Unzahl von latenten Anlagen annehmen. (Vom Verhalten der zweiten Generation sehen wir noch ganz ab.) Aehnliche Thatsachen lassen sich noch viele finden, man denke z. B. an die *Vitis*-Bastarde MILLARDET's (1894, p. 28), die auf demselben Blatt den Spaltöffnungsapparat theils wie die Mutter, theils wie der Vater ausbilden und dazu noch alle Uebergänge.

Wenn ich DE VRIES recht verstehe, so stellt er das Vorkommen einer Mischung der elterlichen Merkmale zu einem neuen in Abrede, um keine Mischung der entsprechenden Anlagen zu einer neuen annehmen zu müssen. Meiner Meinung nach verträgt sich die Mischung der Merkmale ganz gut mit dem Getrenntbleiben der Anlagen; denn man kann aus dem Verhalten der Merkmale nicht ohne Weiteres auf des der Anlagen schliessen (vergl. S. 84).

(Inzwischen ist die dritte Lieferung des ersten Bandes der Mutationstheorie erschienen. DE VRIES nimmt dort zur Erklärung der Zwischenstufen („Halbrassen“ und „Mittelrassen“), die zwischen einer Art und einer von ihr abgeleiteten einfachen und reinen Varietät auftreten können, an, dass sich die Anlage für die Eigenschaft der Art und die für die Eigenschaft der Rasse neben einander zeigen können, wobei die eine die andere herabsetzen und eine mittlere Eigenschaft sich entfalten kann, während die Anlagen getrennt bleiben. So schieben sich zwischen *Hesperis matronalis typica*, mit violetten Blüthen, und die Sippe *alba*, mit weissen Blüthen, Sippen mit weisslichen, blasslila und lila (einfarbigen oder gestreiften) Blüthen ein. Diese Vorstellung über das Auftreten nicht

hybrider Mittelformen deckt sich mit der, die ich mir von dem Auftreten der hybriden Mittelformen bei Bastarden mit homodynamen Merkmalspaaren gemacht habe (1900, *d*). [Zusatz bei der Correctur.])

Im Allgemeinen dürfte von den zwei Anlagen eines Merkmalpaares jene stärker sein, die, nach anderen Gesichtspunkten beurtheilt, phylogenetisch älter ist; eine Regel, die schon STANDFUSS (1896) für seine Schmetterlingsbastarde aufstellte, die aber DE VRIES (1900, *b*) und ich (1899) nicht immer bestätigen konnten. Man wird in solchen Fällen nicht schliessen dürfen, dass die bisherige Annahme über das phylogenetische Alter der Merkmale falsch sei; der Grund für das unerwartete Verhalten der Bastarde kann eben so gut darin liegen, dass die Anlage für ein schwindendes Merkmal so schwach sein wird, wie die für ein neu auftretendes. Ausserdem sind Fälle bekannt, wo ein neu auftretendes Merkmal (wenigstens theilweise) sofort dominirt. Ich erinnere nur an das bekannte Otter- oder Anconschaf (DARWIN, 1868). Wir werden also durch das Bastardirungsexperiment keine eindeutige Antwort auf die Frage nach dem phylogenetischen Alter der Merkmale erhalten.

Möglicher Weise wird sich später einmal herausstellen, dass ein Merkmal a, wenn es aus dem Merkmal A durch einen starken Sprung hervorgegangen ist, mit diesem ein heterodynames Paar bildet, wenn es aber allmählich durch zahlreiche kleine Sprünge entstanden ist, ein homodynames. Eine principielle Grenze zwischen Homodynamie und Heterodynamie der Merkmale existirt nicht, wie wir schon sahen (S. 78). Dasselbe Merkmalspaar kann ausserdem bei nahe verwandten Sippen homodynam und heterodynam sein, und in diesem Falle kann das Stärkeverhältniss wechseln, so dass, wenn die Sippe I das Merkmal A, die Sippe II und III das Merkmal a besitzen, beim Bastard I + II A über a, beim Bastard I + III a über A dominiren kann. So bei Erbsenrassen, auch bei Hieracien. *Hieracium flagellare* überträgt z. B. seine Ausläufer bei der Bastardirung mit ausläuferlosen Arten niemals, was *H. Pilosella* stets thut (PETER, 1884).

Es liegt also nicht in der Natur der Anlagen, dass sich die Merkmale so oder so verhalten. Ja, das Verhalten des Merkmals kann sich unter den Händen des Experimentators verändern. Ueber die Wirksamkeit äusserer Einflüsse besitzen wir beachtenswerthe Angaben, schon von KÖLREUTER, WIEGMANN und GÄRTNER. DE VRIES giebt an (1900, *e*), dass man aus dichodynamen Paaren durch künstliche (vorläufig nicht näher bezeichnete) Eingriffe und durch die Wahl des Pollens heterodyname machen könne. Das Umgekehrte gelang mir neuerdings bei dem Bastard zwischen der

gelblichweiss blühenden *Matthiola glabra* und der violett blühenden *M. incana*. Ich erhielt durch ungenügende Ernährung statt homogen violetter Blumenblätter violett- und weissgescheckte; aus einem heterodynamen Paar war also ein dichodynames mit Mosaikbildung geworden. Und bei meinen Versuchen mit Maisrassen (1901, *b*) zeigte es sich, dass Merkmalspaare, die bei ihrer Vereinigung homodynam waren, nach der Spaltung (in der zweiten Generation), sich fast rein heterodynam erweisen konnten. Einige Angaben auch bei TSCHERMAK (1901)[1]. Nach VERNON (1898 und 1900) hat die Jahreszeit, in der das Experiment angestellt wird, (d. h. der Reifegrad der Keimzellen?) bei den Seeigeln einen grossen Einfluss auf das Aussehen der Bastardlarven. Aehnliches liesse sich vielleicht auch bei Pflanzen nachweisen, wenn schon mit grösseren Schwierigkeiten.

Warum die einen Merkmalspaare spalten, die anderen nicht, ist eine Frage, zu deren Beantwortung wir erst eine zu verschwindende Anzahl von Thatsachen besitzen.

---

Wir wollen nun versuchen, Schlüsse aus dem Verhalten der Merkmale auf das Verhalten ihrer Anlagen zu ziehen. Dabei gerathen wir gleich auf unsicheren Boden.

Wir verstehen unter Anlage zunächst ganz allgemein den Apparat, durch dessen Anwesenheit in der Eizelle und im Pollenkorn für die Uebertragung eines Merkmals der Eltern auf den neuen Organismus gesorgt ist.

Die erste Frage ist die, wie sich die zwei Anlagen A und a eines Paares correspondirender Merkmale nach der Vereinigung bei der Befruchtung und während der vegetativen Entwickelung des Bastardes verhalten, ob jede Anlage ihre Individualität beibehält, oder ob sie zu einer neuen Anlage 𝔄 verschmelzen. Ich neige der ersten Annahme zu. Natürlich darf man aus dem Auftreten des intermediären, neuen Merkmales 𝔄 bei homodynamen Paaren nicht ohne Weiteres auf die Neubildung einer Anlage schliessen, so wenig wie aus der Entfaltung nur einer Anlage (A) bei einem heterodynamen Paar auf eine wirkliche Beseitigung der anderen (a). Ist doch kein Grund einzusehen, warum nicht die blosse Anwesenheit der einen Anlage (A) die Entfaltung der anderen (a) nicht nur ganz, sondern auch nur mehr oder weniger hemmen kann, wie ein dritter Körper das Gelingen einer chemischen Reaction zwischen zwei anderen. Wir wissen ja, dass es sich bei den zwei differirenden Merkmalen eines Paares immer nur um einen quantitativen Unterschied handelt.

---

1) TSCHERMAK lässt die Werthigkeit der Merkmale auch von der Generationszahl abhängig sein. Es sind damit aber nur die von der Spaltungsregel bedingten Veränderungen gemeint.

Welche Schwierigkeiten es bietet, sich die Verschmelzung vorzustellen, zeigen die Bemühungen NÄGELI's (1884, S. 215f.). Auch lässt sich die Spaltung der Anlagen eines schizogonen Paares bei der Keimzellbildung eher verstehen, wenn wir ein Getrenntbleiben der Anlagen annehmen. Sie kann, wie wir sahen, auch eintreten, wenn die Merkmale sich zu einem neuen mischen (Zea-Typus).

Die zweite Frage ist die, ob nach der „Spaltung" die Keimzellen des Bastardes wirklich nur mehr eine Anlage eines Merkmalspaares (z. B. A) enthalten, und je die correspondirende Anlage (a) entfernt ist, oder ob noch beide vorhanden sind, die eine (a) aber entwickelungsunfähig geworden ist. Hier gebe ich der ersten Annahme den Vorzug. Sie erklärt vor allem gut, dass ganz allgemein die Individuen der zweiten Generation des Bastardes, die das recessive Merkmal (*a*) zeigen, bei Selbstbestäubung weiterhin völlig constant bleiben, während es Schwierigkeiten bereitet, sich vorzustellen, wie die Anlage für das recessive Merkmal (a), die sich in der ersten Generation gar nicht entfalten konnte, von der zweiten Generation an auf einmal in der Hälfte der Fälle die bis dahin dominirende Anlage (A) völlig und anscheinend für immer unterdrücken kann.

Wir dürfen also als wahrscheinlich annehmen: Getrenntbleiben der Anlagen nach der Bastardbefruchtung und wirkliche Spaltung bei der Keimzellbildung. Hiervon ausgehend, können wir, zunächst für die Stammsippen der Bastarde mit Merkmalen vom **Pisum**- und **Zea**-Typus, schliessen:

1. dass für jedes Merkmal eine besondere, ich möchte sagen individualisirte Anlage vorhanden ist, und
2. dass die einzelnen Anlagen im Keimplasma einer Sippe nicht fest mit einander verbunden sein können;

und das gilt wohl für alle Merkmale, weil es zwar noch nicht bewiesen, aber doch sehr wahrscheinlich ist, dass alle Merkmalspaare, im einen oder anderen Verwandtschaftskreis, „spalten" werden.

Es sind dies Ergebnisse, die, für sich allein genommen, durchaus für die Pangenesis-Hypothese DARWIN's (1868) sprechen, in der Form, in der sie DE VRIES (1888) wiederbelebt hat. Die physiologischen Einheiten SPENCER's fallen, wie die Plastidule HÄCKEL's, weg, weil sie Anlagen für den ganzen Artcharakter, nicht für die einzelnen Merkmale, sind; dem Idioplasma NÄGELI's und dem Keimplasma WEISMANN's fehlt die Beweglichkeit der constituirenden Anlagen. — WEISMANN (1892) hat in geistvoller Weise versucht, die Vielförmigkeit der Bastarde in der zweiten Generation mit einer festen Bindung der Anlagen im Keimplasma zu vereinigen (1892, S. 396f.). Dabei wird aber der Artcharakter der Elternsippen, I und II, als Ganzes genommen, so dass wohl das Auftreten von Bastarden

(7/8 I + 1/8 II), (6/8 I + 2/8 II), (5/8 I + 3/8 III) etc. erklärt wird, nicht aber das eines Bastardes mit mehreren spaltenden Merkmalspaaren (A a, B b, C c, D d), etwa zwischen zwei Erbsen- oder Maisrassen, der in zweiter Generation in 16 verschiedenen Formen, z. B. A b C d; a B c D; A B c d; a b C D etc., auftritt.

Es ist nicht leicht, das postulirte Verhalten der Anlagen mit den cytologischen Daten in Uebereinstimmung zu bringen. Es liegt nahe genug, den Sitz der Anlagen in bekannter Weise (vergl. z. B. O. HERTWIG, 1900) in den Kern, speciell in die Chromosomen zu verlegen, und die Spaltung der Paare während einer Kerntheilung geschehen zu lassen, so dass die eine Längshälfte des Chromosoms, und dann der eine Tochterkern, die Anlage für das Merkmal A, die, andere Längshälfte resp. der andere Tochterkern, die für das Merkmal a erhält. Diese Theilung wäre dann die qualitative Reductionstheilung WEISMANN's, in rein physiologischem, nicht in morphologischem Sinne, d. h. was das Resultat, nicht was den Modus angeht.

Abgesehen davon, dass diese Annahme die saubere Trennung der Anlagen der einzelnen Paare erklärt, lässt sie uns auch ungezwungen das Zahlenverhältniss 1 : 1, das zwischen den Keimzellen mit der Anlage für das Merkmal A und jenen mit der für das Merkmal a zu bestehen pflegt, verstehen. Der Umstand, dass bei der Bildung der weiblichen Keimzellen das eine Product der Reductionstheilung zu Grunde geht, spricht nicht dagegen, und ebenso wenig das Vorkommen anderer Zahlenverhältnisse; man braucht bloss anzunehmen, dass nicht, wie bei dem Verhältniss 1 : 1, bei gleicher Stärke der Zufall entscheidet, welches Theilungsproduct erhalten bleibt, sondern eine in den Anlagen liegende, ungleiche Stärke[1]). Dass die Reductionstheilung bei den Pflanzen nicht durch eine Quertheilung der Chromosomen zu Stande kommt, hat noch jüngst STRASBURGER (1900) mit aller Bestimmtheit angegeben. Wir müssen deshalb mit der Längsspaltung der Chromosomen operiren. Es hat keinen Werth, hier näher auf das mögliche Verhalten der Anlagen einzugehen (1900, *b*). Nur so viel sei noch bemerkt, dass Unregelmässigkeiten, wie sie JUEL (1900) neuerdings beobachtet hat, zweifellos mit der Spaltung der

1) Es kann auch noch auf andere Weise, trotz des Zahlenverhältnisses 1 : 1 der Keimzellen, eine abweichende procentige Zusammensetzung der Nachkommenschaft zu Stande kommen, wenn nämlich nicht alle drei möglichen Verbindungen (A + A, A + a, a + a) gleich leicht gelingen. Es möge eine, z. B. a + a, nur in 50 pCt. der Fälle gelingen, d. h. einen Embryo liefern. Dann kann das Verhältniss A + A : A + a : a + a, statt 25 : 50 : 25 auszumachen, zwischen 29 : 57 : 14 und 25 : 58 : 17 schwanken. Bedingung ist, dass die Neigung zur Sterilität mit einem bestimmten Merkmal „conjugirt" ist. (Zusatz bei der Correctur.)

Anlagen in keinem Zusammenhang stehen. Wirkliche Schwierigkeiten liegen z. B. darin, dass nach den Angaben der Histologen die Chromosomen der Eltern bei der Befruchtung mit den Enden verschmelzen, und darin, dass bei demselben Bastard spaltende und nichtspaltende Merkmalspaare vorkommen.

Sicher ist — die Bastardirungsversuche mit Maisrassen haben mich das gelehrt — dass die zwei generativen Kerne im Pollenschlauch und die acht Kerne im Embryosack des Bastardes nur mehr eine Anlage von jedem spaltenden Merkmalspaar besitzen[1]).

Wie die Spaltung der Anlagenpaare bei der Keimzellbildung auch im Einzelnen geschehen mag, ich glaube, dass wir an der Vorstellung einer dauernd festen Bindung derselben im Keimplasma nicht festhalten können, sondern, wegen ihrer Mischbarkeit, wenigstens für gewisse Zeiten eine Beweglichkeit annehmen müssen, wie sie DE VRIES schon in seiner Pangenesis behauptet hat. Dann bleibt aber, wie WEISMANN (1892, S. 17 u. f.), meiner Meinung nach, mit ebenso viel Recht, DE VRIES gegenüber hervorgehoben hat, unverständlich, wie die Entwickelungsfolge der Anlagen bestimmt wird. Die Berücksichtigung dieses Punktes hat WEISMANN, gerade wie NÄGELI, zu einer festen Verbindung der Anlagen im Idioplasma geführt.

Bei dem Bestreben, den auf der Hand liegenden Widerspruch zu beseitigen, bin ich auf eine Vorstellung gekommen, mit der ich nicht hinter dem Berge halten will, obschon ich weiss, dass sie als arge Ketzerei aufgenommen werden wird. Ich möchte nämlich den Sitz der Anlagen, ohne feste Bindung, in den Kern, speciell die Chromosomen verlegen, und daneben noch ausserhalb des Kernes, im Protoplasma, einen Mechanismus annehmen, der für ihre Entfaltung sorgt. Die Anlagen können nun beliebig durch einander gewürfelt werden, wie die bunten Steinchen in einem Kaleidoskop; sie entfalten sich an der richtigen Stelle. Ohne mich hierauf näher einzulassen, möchte ich noch an einem Beispiel zeigen, wie ich das meine.

Es giebt bei ein und derselben Sippe Gruppen von Merkmalen, die wie Einheiten vererbt werden, und zwar lassen sich zweierlei derartige Gruppen unterscheiden; die eine umfasst die „conjugirten“ Merkmale (1900, *d*), die, wie die Blüthenfarbe und die Behaarung

1) Wegen des Zeitpunktes der Spaltung verweise ich auf eine frühere Erörterung (1901, *b*, S. 146) und bemerke nur noch, dass auch beim Bastard zwischen weissem und rothem *Papaver Rhoeas* in der ersten Generation der Pollen gleichmässig blaugrau gefärbt ist, wie bei dem Epilobien-Bastard.

(STRASBURGER vertritt hierin, wie in der Frage nach der Durchführung der „Spaltung“ überhaupt, eine andere Ansicht und hat ihr inzwischen nochmals Ausdruck verliehen (Botan. Zeitg. 1901, No. 25 der II. Abth.). Es würde viel zu weit führen, hierauf an dieser Stelle einzugehen. [Zusatz bei der Correctur.])

der Blätter bei den Levkojen, offenbar nichts mit einander zu thun haben und uns hier nichts angehen, die andere die „halbidentischen" (1900, *d*) oder „halbselbständigen" Merkmale (1901, *b*). Ein Beispiel von solchen hat schon Mendel (1866, S. 11) gefunden: Bei den Erbsen wird mit der rothen Blüthenfarbe stets der rothe Fleck in der Blattachsel vererbt. Beide Merkmale entstehen durch die Entfaltung derselben Anlage, der zur Anthocyanbildung; daneben muss aber auch noch der Ort bestimmt sein, wo sie auftreten. Ich kann mir nun vorstellen, dass dieser Ort gegeben wird durch Entwickelungsvorgänge, die ausserhalb des Kernes liegen; steckt dann in den Kernen die Anlage für die Ausbildung des rothen Farbstoffes, so giebt es die rothen Blumenblätter und die rothen Flecken in den Blattachseln, fehlt sie, so bleiben die Blumenblätter weiss und die Blattachseln grün. — Eine Consequenz dieser Ansicht ist, dass der Entfaltungsmechanismus beim Kinde im Wesentlichen der der Mutter sein wird, eine Annahme, vor der ich nicht zurückschrecke. Sie steht auch nicht ganz allein; wie ich nachträglich fand, ist Driesch schon 1894 auf anderem Wege dazu gelangt, neben dem Anlagengemisch im Kern den Eibau als gegeben anzunehmen, „von denen nur letzterer formal, aber nicht complicirt formal ist". Auch Reinke (1899) hat betont, dass, wenn man „Pangene" etc. annehme, doch besondere Dominanten erforderlich wären, um sie zu bilden und in die richtigen Bahnen zu leiten und an die Orte zu bringen, wo sie thätig sein sollen. Er hält deshalb diese Hypothese für überflüssig[1]).

De Vries hat die Vorstellung entwickelt (1888), die sich auch schon bei Nägeli (1884) findet, dass dasselbe Merkmal bei allen Sippen, die es besitzen, durch die Entfaltung derselben Anlage bedingt ist, dass z. B. alle grünen Pflanzen dieselbe Anlage zur Chlorophyllbildung besitzen. Darauf beruht gerade die bestechende Einfachheit seiner Theorie, die aus relativ wenigen Elementen durch Combination alle die verschiedenen Formen entstehen lässt, wie dieselben bunten Körperchen im Kaleidoskop immer und immer wieder neue Bilder geben. Zu den Consequenzen der Hypothese gehörte aber, meiner Meinung nach, dass dieselben Anlagen auch stets das gleiche Verhalten gegen einander zeigen; das ist jedoch, wie wir schon sahen (S. 83), nicht der Fall.

Ich glaube, dass die ganze Annahme von der Identität der Anlagen, genauer betrachtet, in den meisten Fällen ohnehin an Wahrscheinlichkeit verliert. Halten wir uns an das eine, schon erwähnte

1) Man vergleiche auch die inzwischen erschienene Einleitung in die theorethische Biologie Reinke's, vor allem Cap. 32, die Vererbung. (Zusatz bei der Correctur.)

Beispiel, die Chlorophyllbildung der grünen Pflanzen. Hier kommen quantitativ die verschiedensten Abstufungen vor, auch noch unter Formen, die in den gleichen äusseren Verhältnissen leben. Ich zweifle nicht, dass mit einer hinreichend genau arbeitenden Methode sich nachweisen liesse, dass der Chlorophyllgehalt auch bei nächstverwandten Sippen gerade so oft und so gut specifische Merkmale liefern kann, wie etwa die Blattstellung oder die Höhe der ganzen Pflanze. Statt einer einzigen Anlage für Chlorophyllbildung müssten wir also, wenn wir an der Unabhängigkeit der Anlagen von einander festhalten, eine ganze Menge der verschiedensten Anlagen annehmen, und dadurch geht gerade der oben betonte Vorzug der Theorie verloren.

Die heutigen Vorstellungen über die Natur der Anlagen, die sie beinahe zu Mikroorganismen machen, haben gewiss nur eine temporäre Giltigkeit[1]). Es lassen sich jetzt schon Bausteine zu einer anderen Auffassung sammeln. Wir wissen z. B., dass bei den Erbsen die grüne Farbe der Cotyledonen recessiv, die gelbe dominirend ist. So gut wie durch die Bestäubung der Blüthe mit dem Pollen einer gelbkeimigen Erbse, werden die grünen Folger-Erbsen auch dadurch in gelbkeimige verwandelt, dass eine Larve (des Erbsenkäfers?) daran frisst. Das Gelbwerden beruht natürlich nicht auf der Entfaltung einer latenten „gelben“ Anlage, sondern auf einem auf die „grüne“ Anlage ausgeübten Reiz, wohl einer chemischen Einwirkung.[2])

---

Es würde zu weit führen, noch näher auf den „Einfluss des Geschlechts“ auf das Aussehen des Bastardes einzugehen, obwohl sich die Frage hier naturgemäss anschliessen würde. Auf zoologischem Gebiet sind solche Angaben häufig. Allbekannt, aber meines Wissens noch immer nicht genau festgestellt, ist das Beispiel von Maulesel und Maulthier. Erst neuerdings hat STANDFUSS (1896) für seine Schmetterlingsbastarde einen stärkeren Einfluss des Männchens behauptet, und DRIESCH (1898) hat bei seinen Seeigelbastardlarven gefunden, dass sie in einer ganzen Reihe von Merkmalen (die sich aber sämmtlich auf frühe Entwickelungsstadien beziehen) ganz gleich den Larven der als Mutter dienenden Sippe waren.

Von den Angaben in der botanischen Litteratur ist ein Theil

1) Man vergleiche dazu die inzwischen erschienene Arbeit HANS WINKLER's „Ueber Merogonie und Befruchtung“ (Jahrb. für wissensch. Botanik, Bd. XXXVI, pag. 767). Dort sind auch die einschlägigen Aeusserungen F. MIESCHER's (Histochemische und physiologische Arbeiten, Bd. I, 1897) citirt. (Zusatz bei der Correctur).

2) Ich bemerke daher, dass eine Pollenübertragung durch die Mütter der Larven, wie in den von TSCHERMAK (1901, S. 24 d. S.-A.) beobachteten Fällen, nicht die Ursache der Farbänderung gewesen sein kann.)

sicher irrthümlich[1]), ein anderer zwar richtig beobachtet, aber dadurch zu erklären, dass das betreffende Merkmal des Bastardes nicht selbstständig, sondern von einem Merkmal der Mutterpflanze direct abhängig ist. Besonders deutlich ist das bei der Grösse und Form des Bastardendosperms und des Bastardkeimlings beim Mais, für welche die Form und Capacität der von der Mutter gebildeten Fruchtschale bedingend sind. Die neuerdings von TSCHERMAK (1901) beobachteten Fälle bei Erbsen und Bohnen sind wohl alle hierher zu rechnen.

Nach Abzug von alledem bleiben immer noch eine Anzahl sicher festgestellter Fälle übrig, aus der neuesten Litteratur z. B. die von FRITZ MÜLLER untersuchten Bastarde zwischen *Ruellia formosa* und *silvaccola* (1893). Bei jenen, die ich selbst untersucht habe, den Endospermbastarden des Mais (1901, *b*) und den Keimlingen der Levkojen (1900, *d*), gleicht der Bastard in dem fraglichen Punkte stets mehr der Mutter als dem Vater, ähnlich den schon erwähnten Bastardlarven von Seeigeln nach DRIESCH. Auf die Erklärung dieser Fälle will ich hier nicht eingehen (vergl. 1899 und 1900, *c*, 1901, *b*)[2]),

1) Von den verschiedenen, immer wieder citirten Fällen, deren Controlle ich begonnen habe, will ich hier nur einen erwähnen. Bei dem Bastard *Petunia nyctaginiflora* + *violacea* soll „die männliche Stammart den stärkeren Einfluss auf die Blüthenfarbe des Bastardes ausüben", indem *n* ♀ + *v* ♂ vorherrschend blassviolette, *v* ♀ + *n* ♂ weisse oder kaum merklich violett angehauchte Kronen besitzen soll (FOCKE, 1881, S. 293, dort die ältere Litteratur). Ich verglich 158 Individuen der einen Verbindung mit 124 der anderen und erhielt folgendes Resultat:

| Farbe der Krone | *nyct.* ♀ + *viol.* ♂ | pCt. | *viol.* ♀ + *nyct.* ♂ | pCt. |
|---|---|---|---|---|
| I. purpurviolett | 149 | **94,3** | 117 | **94,4** |
| II. auffällig blasser | 7 | 4,4 | 4 | 3,2 |
| III. fast weiss | 2 | 1,3 | 3 | 2,4 |
| II und III zusammen | 9 | **5,7** | 7 | **5,6** |

Es zeigte sich also gar kein Einfluss des Geschlechtes.

Bei den als „purpurviolett" zusammengefassten Kronen schwankte die Farbe auch noch merklich, doch machten die Aenderungen, die eine und dieselbe Krone vom Aufblühen bis zum Verblühen zeigt, eine genauere Feststellung zu unsicher.

Beide Stammarten waren auf ihre Constanz geprüft worden. Ich weiss recht wohl, dass meine „*P. violacea*" nicht der ursprünglichen Form (*Salpiglossis integrifolia*, Bot. Mag. t. 3113) entspricht; das that aber GÄRTNER's Pflanze ebenso wenig. (Vergl. dazu L. H. BAILEY, The Survival of the Unlike, 1896, p. 465: Evolution of the Petunia.)

2) DRIESCH hat aus seinen Versuchen den Schluss gezogen, dass nicht der Kern allein, sondern auch das übrige Eiplasma Träger erblicher Eigenschaften sei. Ich glaube, wir können auch annehmen, dass es sich nur um Eigenschaften handle, für deren Entfaltung schon vor der Vereinigung des männlichen Kernes mit dem

und nur noch bemerken, dass auch bei Pflanzen ein überwiegender Einfluss des männlichen Geschlechts angegeben wird, so von NOBBE (1888) für *Matthiola*-Bastarde, speciell für den Habitus und die Neigung, gefüllte Blüthen hervorzubringen. Doch konnte ich bei meinen *Matthiola*-Bastarden hiervon nichts wahrnehmen.

Auf das räthselhafte, von F. MÜLLER (1897), beschriebene Verhalten der *Marica*-Bastarde sei hiermit aufmerksam gemacht.

---

Ich muss noch die Frage nach dem Vorkommen des „directen Einflusses" des fremden Pollens auf Samen oder Frucht, der Xenien (FOCKE, 1881), streifen. Jene Fälle, wo er am sichersten festgestellt schien, sind jetzt aufgeklärt (1901, *b*, S. 98 u. f.).

Zum Theil handelt es sich um Veränderungen durch den Embryo (Erbsen, Levkojen), die gar keiner besonderen Erklärung bedürfen, zum Theil um solche durch das Endosperm, das ja. wie wir seit NAWASCHIN's und GUIGNARD's Untersuchungen wissen, auch einer Befruchtung seine Existenz verdankt (Mais, Roggen; gewiss auch bei Reis, Sorghum und Hirse nachweisbar). Der Rest der Beobachtungen ist durchaus zweifelhafter Natur. Directe oder correlative Veränderungen der Mutterpflanze durch den Bastardembryo oder das Bastardendosperm die zufällig mit Merkmalen des Vaters übereinstimmen, gehören natürlich nicht hierher. Speciell haben alle meine Versuche beim Mais ein durchaus negatives Resultat gegeben. Wir dürfen ruhig die sichere Constatirung auch nur eines Falles abwarten, ehe wir uns um eine Erklärung bemühen. Ganz dasselbe dürfen wir auch von der Telegonie sagen, besonders seitdem VOM RATH (1898) auf eine wichtige Fehlerquelle wieder aufmerksam gemacht hat.

---

Was endlich die Frage nach der Existenz der Pfropfhybride betrifft, die sich hier ebenfalls anschlössen, so glaube ich, dass das, was in letzter Zeit hierüber veröffentlicht worden ist, vor Allem von DANIEL (1900), nicht im Stande ist, die Zweifel zu entkräften, die VÖCHTING (1892, 1894) an ihrem Vorkommen geäussert hat.

---

weiblichen (von Seiten des letzteren) Vorbereitungen getroffen waren. Ein Beispiel möge das deutlich machen. Wir wissen, dass die Chlorophyllkörper eines Bastardes hervorgehen aus Leukoplasten, die in der Eizelle bei der Befruchtung schon vorhanden sind. Zeigen die Chlorophyllkörper des Vaters andere Eigenschaften als die der Mutter, so können sich diese nur so zeigen, dass die Leukoplasten der Mutter früher oder später (vom neuen Kern aus) beeinflusst werden; eine gewisse Zeit nach der Befruchtung zeigen sie sicher stets noch rein mütterliche Merkmale. Wie lange dieser Zustand dauert, wissen wir nicht; man kann sich aber leicht vorstellen, dass er so lange anhält, dass die directe Beobachtung die Constatirung dieser Thatsache gestattet. Eine entsprechende Annahme wird sich auch für die Färbung, den Theilungsrythmus etc. der Seeigeleier machen lassen.

Directe und correlative Einflüsse sind nicht genügend beachtet worden.

Wenn ich hiermit mein Referat schliesse, so bin ich mir wohl bewusst, nur einen Theil der Thatsachen berücksichtigt und auch diesen nur berührt, nicht erschöpft zu haben. Mehr war aber im Rahmen eines derartigen Vortrags kaum möglich.

## Litteratur-Verzeichniss.

Das Verzeichniss macht keinen Anspruch auf Vollständigkeit, es enthält nur die Arbeiten, die ich aus dem einen oder anderen Grunde erwähnen zu müssen glaubte.


1885. Crampe, Die Gesetze der Vererbung der Farbe. Zuchtversuche mit zahmen Wanderratten. Landw. Jahrb., Bd. XIV, p. 379 und 539.

1899. Daniel, L., La variation dans la greffe et l'hérédité des caractères acquis. Ann. des sciences natur., 8. série, Botanique, t. VIII, p. 1—226.

1868. Darwin, C. R., The variation of animals and plants under domestication. 2 Vol., London.

1894. Driesch, H., Analytische Theorie der organischen Entwickelung. Leipzig.

1898. — Ueber rein mütterliche Charaktere an Bastardlarven von Echiniden. Archiv für Entwickelungsmechanik, Bd. VII, S. 65 u. f.

1881. Focke, W. O., Die Pflanzenmischlinge. Berlin.

1893. — Beobachtungen an Mischlingspflanzen. Abhandl. des naturw. Ver. zu Bremen, Bd. XII, Heft 3 (März), S. 403.

1897. — Neue Beobachtungen über Artkreuzung und Selbststerilität. Ibid. Bd. XIV, Heft 2 (April), S. 297.

1889. Galton, F., Natural Inheritance. London.

1873. Godron, A., Des hybrides et des métis de Datura étudiés spécialement dans leur descendance. Nancy.

1898. Guaita, G. v., Versuche mit Kreuzungen von verschiedenen Rassen der Hausmaus. Ber. der Naturf. Gesellsch. zu Freiburg i. B., Bd. X, Heft 3.

1900. — Zweite Mittheilung über Versuche etc. Ebendort, Bd. XI, Heft 2.

1898. Hertwig, O., Die Zelle und die Gewebe. II. Buch, Jena.

1889. Hildebrand, F., Ueber einige Pflanzenbastardirungen, Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften, Bd. XXIII, S. 413 u. f.

1898. — Die Gattung *Cyclamen*. Jena.

1899. — Einige weitere Beobachtungen und Experimente an *Oxalis*-Arten. Bot. Centralbl., Bd. LXXIX, S. 4 u. f.

1900. — Ueber Bastardirungsexperimente zwischen einigen *Hepatica*-Arten. Ibid., Bd. LXXXIV, S. 65.

1900. Hybrid Conference Report. Journal of the Royal Horticultural Society, Vol. XXIV.

1900. Juel, H. O., Beiträge zur Kenntniss der Tetradentheilung: II. Die Tetradentheilung bei einer hybriden Pflanze. Pringsh. Jahrb. für wiss. Botanik, Bd. XXXV (Heft 4), S. 638.

1891. Kerner, A., Pflanzenleben. Bd. II (I. Auflage).

1885. Koernicke, F. und Werner, H., Handbuch des Getreidebaues. 2 Bände, Bonn.

1889. Liebscher, G., Die Erscheinungen der Vererbung bei einem Kreuzungsproducte zweier Varietäten von *Hordeum sativum*. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften, Bd. XXIII, S. 215 u. f.

1892. Macfarlane, J. M., A comparison of the minute structure of plant hybrids with that of their parents, and its bearing on biological problems. Transact. R. Soc. Edinburgh, Vol. XXXVII, p. 203—268.

1900. — Observations on some hybrids between *Drosera filiformis* and *D. intermedia.* Wieder abgedruckt: Hybrid Conference Report, p. 241.

1866. Mendel, G., Versuche über Pflanzenhybriden. Verhandl. des naturf. Vereins in Brünn, 1866.

1870. — Ueber *Hieracium*-Bastarde. Ibid., 1870.

1901. — Versuche über Pflanzenhybriden. Flora 1901, Ergänzungsband, S. 364—403. (Erbsen-Arbeit.)

1901. — Versuche über Pflanzenhybriden. Ostwald's Klassiker der exacten Wissenschaften, Nr. 121. (Erbsen- und Hieracien-Arbeit, herausgeg. von Tschermak.)

1894. Millardet, A., Note sur l'hybridation sans croisement ou fausse hybridation. Mém. Soc. Sc. phys. et natur. de Bordeaux, t. IV, 4. série.

1893. Müller, F. (Blumenau), Mischlinge von *Ruellia formosa* und *sylvaccola.* Abh. naturw. Ver. Bremen (März), Bd. XII, Heft 3.

1897. — Ein Versuch mit Doppelbestäubung. Flora, Bd. 83, S. 474 u. f.

1884. Nägeli, C., Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München.

1863. Naudin, Ch., Nouvelles recherches sur l'hybridité dans les végétaux. Nouvelles Archives du Muséum, tome I.

1888. Nobbe, Schmidt, Hiltner und Richter, Untersuchungen über den Einfluss der Kreuzbefruchtung auf die Nachkommenschaft. Landw. Versuchs-Stat., Bd. XXXV, S. 149.

1884. Peter, A., Ueber spontane und künstliche Gartenbastarde der Gattung *Hieracium* Sect. *Piloselloidea.* Engler's botan. Jahrb., Bd. V, Heft 2, 3, 5, Bd. VI, Heft 2.

1898. Rath, Otto vom, Können bei Säugetieren die Geschwister desselben Wurfes von verschiedenen Vätern abstammen? Biol. Centralbl., Bd. XVIII, S. 637 u. f.

1899. Reinke, J., Gedanken über das Wesen der Organisation. Biol. Centralbl., Bd. XIX, S. 81 u. f.

1891. Rimpau, W., Kreuzungsproducte landwirtschaftlicher Culturpflanzen. Landw. Jahrb., Bd. 20, S. 335 u. f.

1826. Sageret, Considérations sur la Production des Hybrides, des Variantes et des Variétés en général, et sur celles de la famille des Cucurbitacées en particulier. Ann. d. sc. natur., t. VIII.

1897. Saunders, E. R., On a discontinuous variation occurring in *Biscutella laevigata.* Proc. Roy. Soc., Vol. 62, p. 11.

1896. Standfuss, M., Handbuch der palaearktischen Grossschmetterlinge für Forscher und Sammler. II. Aufl., Jena (Ref. im Biol. Centralbl., Bd. XVI, S. 466 u. f.)

1900. Strasburger, E., Ueber Reductionstheilung, Spindelbildung, Centrosomen und Cilienbildner im Pflanzenreich. Jena.

1900. Tschermak, E., Ueber künstliche Kreuzung bei *Pisum sativum.* Zeitschr. für das landwirthschaftl. Versuchsw. in Oesterreich, 5. Heft. — Kürzere Berichte: Ber. der Deutsch. Bot. Ges., Bd. XVIII, Heft 6, S. 232, und Biol. Centralbl., Bd. XX, S. 593.

1901. — Weitere Beiträge über Verschiedenwerthigkeit der Merkmale bei Kreuzung von Erbsen und Bohnen. Ibid. — Kürzerer Bericht: Ber. der Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. XIX, Heft 2, S. 35.

1898. Vernon, H. M., The Relation between the Hybrid and Parent Forms of Echinoid Larvae. Philos. Transact. of the Royal Society of London, Ser. B, Vol. 190.

1900. Vernon, H. M., Cross Fertilisation among Echinoids. Arch. für Entwickelungsmech. IX, S. 464 u. f.
1892. Vöchting, H., Transplantation am Pflanzenkörper, S. 85 u. f. Tübingen.
1894. — Ueber die durch Pfropfen herbeigeführte Symbiose des *Helianthus tuberosus* und *Helianthus annuus*. Sitzungsber. der Akademie der Wissensch. in Berlin, Bd. XXXIV, S. 705.
1889. de Vries, Hugo, Intracellulare Pangenesis. Jena.
1899. — Sur la fécondation hybride de l'albumen. Compt. rend. de l'Académie d. sc. Paris, 4. déc.
1900, *a*. — Sur la loi de disjonction des hybrides. Compt. rend. de l'Académie d. sc. Paris, 26. mars.
1900, *b*. — Das Spaltungsgesetz der Bastarde. (Vorl. Mitth.). Berichte der Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. XVIII, S. 83.
1900, *c*. — Sur la fécondation hybride de l'endosperme chez le Maïs. Rev. génér. de Bot., t. XII, p. 129 u. f.
1900, *d*. — Sur les unités des caractères spécifiques et leur application à l'étude des hybrides. Rev génér. de Botan., t. XII, p. 257 u. f.
1900, *e*. — Ueber erbungleiche Kreuzungen. (Vorl. Mitth.) Ebendort. S. 435.
1900. Webber, Herbert, J., Xenia, or the immediate effect of Pollen, in Maize. U. S. Dep. of Agric. Div. of veg. Phys. and Pathol. Bull. No. 22.
1892. Weismann, A., Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung. Jena.
1887. Wettstein, R. v., Ueber die Verwerthung anatomischer Merkmale zur Erkennung hybrider Pflanzen. Sitzungsber. der Kaiserl. Akademie der Wissensch zu Wien, math.-naturw. Cl, XCVI. Bd., I. Abth, S. 312.
1900. Wilson, J. H., The structure of some new Hybrids. Rep. Hybr. Conf.; Journ. R. Hort. Soc., Vol. XXIV, p. 146 u. f.

---

1899. Correns, C., Untersuchungen über die Xenien bei *Zea Mays*. (Vorl. Mitthlg.) Berichte der Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. XVII, S. 410 f. 29. Dec.
1900, *a*. — G. Mendel's Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde. Ebenda, Bd. XVIII, S. 158.
1900, *b*. — Gregor Mendel's „Versuche über die Pflanzen-Hybriden“ und die Bestätigung ihrer Ergebnisse durch die neuesten Untersuchungen. Botan. Ztg., Bd. 58, Sp. 229.
1900, *c*. — Referat über de Vries' und seine eigenen Beobachtungen über Mais-Xenien. Botan. Zeitg., Bd. 58, Sp. 235.
1900, *d*. — Ueber Levkoyenbastarde. Zur Kenntniss der Grenzen der Mendel'schen Regeln. Botan. Centralbl., Bd. 84, S. 97.
1901, *a*. Ueber Bastarde zwischen Rassen von *Zea Mays*, nebst einer Bemerkung über die „faux hybrides“ Millardet's und die „unechten Bastarde“ de Vries'. Berichte der Deutsch. Bot. Gesellsch, Bd. XIX, S. 211.
1901, *b*. — Bastarde zwischen Maisrassen, mit besonderer Berücksichtigung der Xenien. Bibliotheca botanica, Heft 53.

## 2. G. Tischler: Ueber Heterodera-Gallen an den Wurzeln von Circaea lutetiana L.

Mit Tafel XXV.

Eingegangen am 3. August 1901.

Als ich im August 1900 eine Untersuchung der Ausläufer von *Circaea lutetiana* L. vornahm, die eine so eigenartige Ausbildung als Speicherorgane besitzen[1]), fand ich an den Wurzeln derselben eine reiche Menge von knötchenartigen Anschwellungen (s. Textfigur), denen gleichend, welche bei vielen Pflanzen von *Heterodera radicicola* C. Müller hervorgerufen werden. FRANK[2]) giebt eine Liste der Arten, auf denen dieser Nematode Gallenbildung verursachen kann; wir finden darunter Angehörige der verschiedensten Familien. Für *Circaea*




wie überhaupt für irgend welche Onagrariaceen liegt eine Angabe auch in der späteren Litteratur nicht vor.

Um mich nun zu vergewissern, ob wir es in der That mit den von mir geargwöhnten Würmern zu thun hatten, präparirte ich einmal dieselben aus den frischen Gallen heraus und fand eine völlige Uebereinstimmung mit den von C. MÜLLER[3]), FRANK[4]) und

1) Ich nenne nur: ASCHERSON und MAGNUS, Bemerkungen über die Gattung *Circaea*, Botan. Zeitung, 1870, Nr. 47—49. — WARMING, Smaa biologiske og morfologiske Bidrag. Botanisk Tidsskrift; bot Foren. i. Kjöbenhavn, 3. Reihe, 2. Band, 1872. 2. Slaegten *Circaea*, p 87—93. — NÖLLE, Beiträge zur vergleichend anatomischen Untersuchung der Ausläufer, Freiburg i. Br., 1892. Inaug.-Dissert.

2) FRANK I, Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten.

3) C. MÜLLER, Mittheilungen über die unseren Culturpflanzen schädlichen, das Geschlecht Heterodera bildenden Würmer. Landwirthschaftliche Jahrbücher, Bd. XIII, 1884.

4) FRANK II, Ueber das Wurzelälchen und die durch dasselbe verursachten Beschädigungen der Pflanzen. Landwirthschaftliche Jahrbücher, Bd. XIV, 1885.

ATKINSON[1]) gegebenen Bildern und Beschreibungen. Dann aber machte ich entsprechende Impfversuche an zwei Pflanzen, die als besonders günstige Nährpflanzen für *Heterodera radicicola* angegeben werden: an *Coleus Verschaffeltii* Lem. und *Plantago major* L. Ich untersuchte, ob diese Pflanzen bei Ansetzen der Culturen etwa Gallen hätten, und that, als dieses nicht der Fall war, dieselben (Anfang Mai 1901) in einen Topf mit Erde, die von dem *Circaea*-Standorte genommen war. Anfang Juli dieses Jahres fand ich *Coleus* recht dick, *Plantago* etwas weniger mit Gallen besetzt vor.

Die Nematoden, die ich durch Zerzupfen aus diesen Gallen erhielt, glichen vollkommen denen aus den Gallen von *Circaea*.

Merkwürdiger Weise wurde *Circaea intermedia* Ehrh., die dicht neben der *Circaea lutetiana*, am Rande sogar zwischen letzterer, wuchs, nie von *Heterodera* befallen; es beweist dies, ein wie feines Wahlvermögen unsere Nematoden besitzen. Pflanzte ich *Circaea intermedia* dagegen allein in nematodenhaltige Erde, so wurden häufig, aber nie so zahlreiche Gallen erzielt als bei *Circaea lutetiana*. — Dass auch bei *Circaea lutetiana* das Vorkommen jedenfalls streng local war, lehrte mich ausser dem Umstande, dass noch nirgendwo eine Angabe darüber veröffentlicht war, trotzdem doch schon so viel über *Circaea*-Ausläufer gearbeitet worden, vor allem die Thatsache, dass bei keinem der zahlreich untersuchten Exemplare unserer Pflanze aus dem Heidelberger Stadtwalde, wo dieselbe in grosser Menge vorkommt, irgend welche Gallen zu finden waren.

Mir schienen diese Gallen von *Heterodera* insofern von Interesse zu sein, als vor Kurzem von M. MOLLIARD[2]) eine Arbeit publicirt wurde, in der eigenartige Amitosenbildung in den zahlreichen durch *Heterodera* verursachten „Riesenzellen" bei *Cucumis*, *Coleus* etc. beschrieben wurde. TREUB[3]) hatte für *Heterodera javanica*, die Gallen an Zuckerrohr-Wurzeln hervorruft, ähnliche Angaben gemacht. Es fragte sich für mich, ob diese Deutung richtig ist, oder vielmehr auch hier die Ansicht von W. MAGNUS[4]), der betont, dass nirgends bei irgend welchen Gallen, soweit er sie untersuchte, Abnormitäten in der Kerntheilung zu finden waren.

---

1) ATKINSON. Nematode Root-Galls. Journal of the ELISHA MITCHELL Scientific Society VI, 1889. Ich mache noch besonders auf diese Arbeit aufmerksam, die weniger bekannt zu sein scheint als die vorigen, aber neben einer eingehenden Beschreibung eine Reihe gut ausgeführter Abbildungen giebt.

2) M. MOLLIARD, Sur quelques caractères histologiques des cécidies produites par l'*Heterodera radicicola* Greef. Revue générale de Botanique, T. XII, 1900, p. 157—165.

3) TREUB, Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg, Vol. 1, 1886.

4) W. MAGNUS, Studien an der endotrophen Mycorrhiza von *Neottia Nidus avis* L. PRINGSHEIM's Jahrb., Bd. XXXV, Heft 2, 1900. Separat-Abdruck.

Sodann war zu constatiren, in wie weit die Structur des ruhenden Kernes dieser „Riesenzellen" von der normalen abwich. Es liessen sich vielleicht irgend welche Analogien mit den von MAGNUS beschriebenen Kernstructuren in den von Mykorrhiza-Pilzen befallenen Wurzelzellen von *Neottia Nidus avis* Rich. auffinden.

Weiterhin veranlasste mich eine Bemerkung von VUILLEMIN und LEGRAIN[1]), nach der in den Riesenzellen, die bei einigen Gemüsepflanzen durch eben unsere *Heterodera* hervorgerufen werden, eine besonders starke Verdickung der Membran eintreten sollte, auch hier eine genauere Untersuchung vorzunehmen.

Bevor wir uns nun aber auf die botanischen Details einlassen wollen, mag kurz wiederholt werden, wie der Parasit in die Wurzeln einwandert und sich dort weiter entwickelt. Die Einwanderung der noch nicht geschlechtsreifen Thiere erfolgt im Frühjahre, Ende April bis Mitte Mai, vereinzelt auch noch später, in der Nähe der Wurzelspitze und zwar in erster Linie im Plerom. Dieses[2]) „wird nun zunächst und zwar in der Strecke, auf welcher es die Parasiten birgt, zu einer erhöhten Zellbildung veranlasst, in Folge deren hier seine cylindrische Form in eine schwach ellipsoidische übergeht, und dies bewirkt die erste schwache Anschwellung der Wurzel. Sehr bald betheiligt sich aber auch das Periblem an der gesteigerten Zellbildung, so dass nun auch die Wurzelrinde dicker als im normalen Zustande wird; beide Gewebe bestehen jetzt in querer Richtung aus mehr Zellen als in den vor- und rückwärts der Galle liegenden, nicht angeschwollenen Wurzelpartien." In dieser Phase der Zellbildung beginnen nun auch die eigenthümlichen, schon mehrfach erwähnten Riesenzellen sich zu bilden. FRANK wie ATKINSON erwähnen sie nicht. Ich glaube mit MOLLIARD, dass dieselben für Theile des Parasiten gehalten wurden. Doch färben sich ihre Wände, meist allerdings erst nach kurzer Einwirkung von JAVELLE'scher Lauge, mit Chlorzinkjod violett, was, so weit wir wissen, für Gewebe eines Wurmes nicht zutreffen kann. M. MOLLIARD wandte wässerige Anilinblau-Lösungen an, die den Parasiten allein färbt. — Derartige Zweifel können überhaupt bloss im Anfange der Untersuchungen auftreten; man lernt bald pflanzliche und thierische Zellen hier so scharf unterscheiden, dass ein Irrthum ausgeschlossen ist. Mit dem FLEMMING-schen Dreifarbengemische tritt ausserdem stets eine Differenzirung der Art ein, dass die Würmer im Anfange mehr Safranin, im alten Stadium mehr Orangegelb speichern als die pflanzlichen Zellen.

Folgen wir weiter den Ausführungen MÜLLER's, FRANK's und

1) VUILLEMIN et LEGRAIN, Symbiose de l'*Heterodera radicicola* avec les plantes cultivées au Sahara. Comptes rendus des séances de l'Acad. des sciences de Paris, Bd. 118, 1894.

2) FRANK II l. c. p. 153.

ATKINSON's, so finden wir bald die männlichen und weiblichen Thiere von einander verschieden, da letztere mit ihrem Hinterleibe blasenförmig angeschwollen. In dieser „Blase" entwickeln sich nun die Eier und auch die ganzen Würmchen. Die Gallen beginnen bei Eintritt des Winters abzusterben, die jungen Aelchen wandern in's Freie, um im nächsten Frühlinge neue Nährpflanzen zu befallen.

Gehen wir nun zu den genaueren cytologischen Untersuchungen über.

Einige der Zellen des Pleroms beginnen bald nach dem Einwandern der Parasiten grösser zu werden, als dies normaler Weise der Fall ist; in der Nähe des Periblems besitzen sie meist nur einen Kern, während weiter nach innen zu rasch Mehrkernigkeit eintritt. Fig. 1 zeigt uns ein Stadium, auf dem diese verschieden grossen „Riesenzellen" deutlich zu sehen sind. Bei *A* liegen die noch einkernig gebliebenen, bei *B* die mehrkernigen Zellen. *H* bedeutet den eindringenden Wurm. Für die zu beschreibenden Kernstructuren ist dies das interessanteste Stadium. MOLLIARD erwähnt nur ganz allgemein: „La chromatine, au lieu d'être régulièrement distribuée, se condense souvent en certaines régions." Auch die Abbildungen ergeben nichts Näheres. Chromatin- und Nucleolen-Anordnung verdient aber eine ausführliche Betrachtung. Ich will zunächst, um eine bei diesen kleinen Unterschieden nur zu leicht mögliche Verwirrung zu vermeiden, die mir bekannten leicht zu verwechselnden Structuren zusammenstellen. Es kämen in Betracht:

1. Das sogenannte „Ballungs-Stadium" von W. MAGNUS. ROSENBERG[1]) und MAGNUS[2]) haben für die gefütterten Drüsenzellen in den Tentakeln von *Drosera* und die von Mykorrhizen befallenen Wurzelzellen von *Neottia* gefunden, dass eigenthümliche, „chromosomenähnliche", ziemlich gleichmässige Kügelchen, die nur selten feine Ausläufer zeigen, sich ausbilden. Der Nucleolus ist dabei von diesen deutlich zu unterscheiden[3]).

2. ISHIKAWA[4]) beschrieb für die Kerne der Pollenmutterzellen von *Allium*, ich selbst[5]) für die des Embryosackwandbelegs von *Cory-*

1) O. ROSENBERG, Physiologisch-cytologische Untersuchungen über *Drosera rotundifolia*. Upsala 1899.

2) W. MAGNUS, l. c. S. 36ff.

3) Dieselbe Structur kommt nach ROSENBERG auch den Kernen der Tapetenzellen von *Arum maculatum* auf einem gewissen Stadium zu. Vergl. ROSENBERG l. c. S. 112, die hier noch sonst aufgeführte Litteratur.

4) ISHIKAWA, Studies of reproductive elements III. Die Entwickelung der Pollenkörner von *Allium fistolusum* L. Journal of the College of Science Imperial University Tokyo, Japan. Vol. X, pt. II, 1897.

5) TISCHLER, Untersuchungen über die Entwickelung des Endosperms und der Samenschale von *Corydalis cava*. Verhandl. des nat.-hist.-med. Vereins zu Heidelberg. N. F., Bd. 6, 1900.

*dalis* eine von der vorigen ein Wenig verschiedene Structur. Die Chromatinklümpchen sind hier nicht so regelmässig und zeigen ganz allgemein feine amöboide Ausläufer. Vor Allem sind sie beträchtlich grösser als die vorigen und oft vom Nucleolus schwer zu unterscheiden. Dieser ist bei dem gewöhnlichen Färbeverfahren nach FLEMMING nur daran kenntlich, dass diese amöboiden Ausläufer ihm fehlen.

3. Die Structur der „Pseudonucleolen": PETERS[1]) in seiner Dissertation, weiterhin namentlich ROSEN[2]) und ZACHARIAS[3]) beobachteten eigenartige Chromatinkügelchen vom Habitus der Nucleolen, durch ihre Cyanophilie, vor allem aber durch den Mangel eines „Hofes" von den echten Nucleolen unterschieden[4]).

4. Eine grosskörnig-flockige Structur des Chromatins; ein fädiges Netzwerk tritt so gut wie gar nicht hervor. Die Chromatinkugeln sind von den grossen Nucleolen deutlich unterschieden. So bei MAGNUS in einem gewissen Stadium in den *Neottia*-Zellen.

5. Chromatolytische Absterbeerscheinungen, grosse unregelmässige Massen von Chromatin ballen sich namentlich um den Nucleolus oder die Nucleolen herum. Ausserhalb dieser Ballen liegt nur wenig regulär angeordnetes Chromatin. Gewisse Formen können ähnlich wie 2. aussehen, doch fehlen bei 5. immer die feinen, die gesammten Chromatinmassen verbindenden Ausläufer. Diese Erscheinungen sind häufig beschrieben, u. a. von BUSCALIONI[5]), MAGNUS[6]) und mir selbst[7]).

6. Die Fälle, in denen wirkliche Nucleolen in grosser Zahl auftreten und das Chromatin recht schwach entwickelt ist. Diese kommen vor:

a) bei Kernverschmelzungen, wie z. B. bei dem von mir beschriebenen Falle von *Corydalis cava*,

b) auch sonst in unverschmolzenen, sich stark vergrössernden Kernen.

1) PETERS, Untersuchungen über den Zellkern in den Samen während ihrer Entwickelung, Ruhe und Keimung. Rostock 1891.

2) ROSEN, Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenzellen. COHN's Beitr. zur Biologie der Pflanzen V, 3, 1892.

3) ZACHARIAS, Ueber das Verhalten des Zellkerns in wachsenden Zellen. Flora, Bd. 81. Ergänzungsband 1895.

4) Nach letzterem Kriterium unterscheidet ROSEN vor allem S. 445 „... sollen die runden, von einem Hof umgebenen Kernkörperchen vorläufig als „Eunucleolen", die übrigen als „Pseudonucleolen" bezeichnet werden."

5) BUSCALIONI, Osservazoni e ricerche sulla cellula vegetale. Annuario del r. Istituto botanico di Roma, Vol. III, 1898.

6) l. c. S. 47.

7) l. c. S. 366.

In unseren Nematodengallen können wir bei der so lebhaft vor sich gehenden Zellvermehrung häufig Mitosen auffinden. Die Kleinheit der Kerne mögen die Fig. 2—4 veranschaulichen. So weit ich sah, waren die Mitosen ganz regulär. Recht häufig bemerkte ich aber bei den ruhenden Kernen Stadien, die denen von Fig. 4 entsprechen. meist in der Nähe von Theilungsfiguren. Das gesammte Chromatin ist hier in fast runde, ziemlich grosse Körner angeordnet, die der gleichen Structur in den besonders gereizten Kernen von *Drosera* und *Neottia* ähnlich sehen. Dieses Stadium ist möglicher Weise als eine Vorbereitung zur Theilung aufzufassen, bei dem der durch den Parasiten ausgeübte Reiz eine anormale Ausbildung der Theilung hervorrief. Die Nucleolen sind zu dieser Zeit ziemlich klein; dasselbe beschreibt ROSENBERG. Es scheint somit eine gewisse Correlation stattzufinden.

Als pseudonucleolär können wir diese Erscheinung nicht deuten, da das gesammte Chromatin in diese Körner angeordnet ist; eine ausserhalb derselben befindliche netzförmige Chromatinstructur, wie sie bei den unter 3. beschriebenen Pseudonucleolen stets ausgebildet ist, fehlt.

Dieses selbe Stadium traf ich auch öfter in jungen Riesenzellen. Fig. 5 zeigt uns zwei neben einander liegende solche Kerne. Dieselben unterscheiden sich in ihrer Grösse nicht sehr von denen der umliegenden Zellen, beide sind etwa $5:3\ \mu$ gross, Doch finden wir jetzt auch schon sehr wechselnde Kerngrössen.

In dem Jugendstadium der Riesenzellen vermochte ich auch ganz allein Mitosen zu finden, doch auch hier nur sehr selten. In unserer Fig. 6 erblicken wir ein Beispiel hierfür: den Chromosomenzerfall zweier neben einander liegenden Kerne. Die Grösse und Anzahl der Chromosomen weicht bereits stark von denen der früher besprochenen Theilungen ab. Das Plasma ist anfangs bei Auswachsen der Riesenzellen sehr spärlich und stark vacuolig, wird dann aber immer dichter und feinkörniger.

> Für die Anfänge der Riesenzellen gilt also, wie für alle übrigen normalen Zellen, die Vermehrung der Kerne durch Mitose. Diese wird durch den Parasiten aber bereits in einem sehr frühen Stadium gestört. Die öfters vorhandenen „Ballungs-Stadien“ sind möglicher Weise als Beispiele für solche Störung anzusehen.

Von nun an hört die Mitose überhaupt für die Riesenzellen auf. Der Einfluss des Parasiten lässt es auch nicht mehr zu deren vorbereitenden Stadien kommen; so finden wir in ein Wenig älteren Zellen auch nicht mehr die unter 1. beschriebene Chromatinstructur.

Die weitere Kerntheilung erfolgt nun, wie ich mich trotz meiner

anfänglichen Bedenken überzeugen musste, durch typische Amitose[1]). Wir haben hier in der That einen Fall vor uns, bei dem durch Amitose entstehende Kerne auch weiterhin noch für eine gewisse Dauer lebenskräftig sein können. Da es mir scheint, als wenn unter dem Worte Amitose zwei von einander zu trennende Erscheinungen zusammengefasst werden, möchte ich hier unterscheiden:

1. Zwischen amitotischen Theilungen, die nicht gleich zum Tode der entstehenden Theile des Kerns führen, sondern dieselben noch für eine Menge weiterer Theilungen befähigt erhalten (= Amitosen schlechtweg), und
2. Zum sofortigen Tode führenden amitotischen Fragmentationen, verbunden mit Structurzerstörung der Kerne und der daraus entstehenden weiteren Theilungsunfähigkeit (= Fragmentationen schlechtweg).

Meist werden die Ausdrücke Amitose und Fragmentation pro miscue gebraucht, doch scheint mir eine Trennung erwünscht.

Die Amitosen im obigen Sinne möchte ich weiter eintheilen in

a) solche, bei denen nur Zweitheilung, und
b) solche, bei denen Mehrtheilung durch „Knospung“ oder „Sprossung“ beobachtet wird[2]).

Zwischen diese Amitosen und die Mitosen dürften sich die „Pseudoamitosen“ HÄCKER's[3]) stellen. Diese beruhen bekanntlich darin, dass durch irgend einen ungünstigen Factor die begonnenen Mitosen nicht zu Ende geführt werden und so amitotisch enden. Wenn nun dieser ungünstige Factor auch weiterhin für die nächsten Theilungen noch fortwirkt, und in Folge dessen auch die Vorbereitungen zur Theilung in den Kernen sich in keiner Weise mitotisch abspielen, so dürften wir zu unseren Amitosen kommen. Es scheint mir nicht angängig, auch letztere Theilungen noch als „pseudoamitotisch“ etwa zu bezeichnen, weil diese von den Vater- oder Grossvaterkernen noch typisch ausgeführt sind. Als solche „Ami-

1) Ich halte den Einwand, der möglicher Weise erhoben werden könnte, dass wohl Mitosen vorkämen, nur nicht in meinen Präparaten zu finden waren, aus dem Grunde für recht wenig begründet, dass ich einmal an möglichst verschiedenen Tageszeiten (gewöhnlich zwischen 10 bis $11^1/_2$ Uhr Vormittags und 5 bis 6 Uhr Abends) fixirte, dann aber bei einer ganzen Menge von mitotischen Theilungen in den umliegenden Zellen niemals irgend welche in unseren Riesenzellen antraf. Sehr häufig waren dagegen die amitotischen Erscheinungen zu finden.

2) So bei MOLLIARD, Hypertrophie pathologique des cellules végétales (Rev. gén. de Botanique IX, 1897): In Riesenzellen, hervorgerufen durch *Cecidophyes Schlechtendali* Nal. auf *Geranium dissectum* L.

3) HÄCKER, Mitosen im Gefolge amitosenähnlicher Vorgänge. Anatom. Anzeiger XVII, Bd. 1900.

tosen" können wir auch dann die von (Gerassimoff[1]) bei *Spirogyra* in Folge von Temperaturschwankungen gefundenen und von Nathansohn[2]) bei derselben Gattung unter dem Einfluss der Aethereinwirkung erzeugten Theilungen betrachten.

Hier bei unseren Gallen ist nun der Parasit der Factor, der es nicht zur Mitose kommen lässt. Die ersten Theilungen können noch unter Umständen „pseudoamitotisch" ausgeführt sein, ebenso ist es nicht unmöglich, dass meine in Fig. 4 und 5 abgebildeten Structuren hiermit zusammenhängen; die folgenden werden nun rein amitotisch[3])!

In den Kernen, die nun auf solche Art entstehen (dieselben sind nach einigen durchschnittlichen Messungen etwa 6,5 : 6 μ, 10 : 4 μ etc. gross), sehe ich häufig die unter 2. oben angeführte Chromatinstructur. Fig. 7 giebt uns ein Beispiel dafür. Das gesammte Chromatin bildet zum Theil regelmässige, zum Theil ein Wenig unregelmässige Massen, die oft nur schwer von Nucleolen zu unterscheiden sind. Letzteren fehlen aber die feinen Ausläufer, die die Chromatinmassen unter einander verbinden. Diese selbe Erscheinung ist, wie wir oben sahen, ausserdem in Kernen gefunden, die sich rasch zu theilen haben — denen der Pollenmutterzellen und des Embryosackwandbeleges. Ich glaube, wir dürfen vielleicht diese Structur als ein Zwischenglied zwischen der ganz normalen „netzförmigen" und der des „Ballungs-Stadiums" auffassen, somit als eine nicht ganz so wie die letztere gegangene „Störung".

In noch älteren Zellen fand ich auch diese Kernstructur nicht mehr vor. Meine Präparate zeigten überall das Chromatin fein netzförmig angeordnet. Die Kerne wachsen nun sehr energisch, ihre Grösse schwankt daher sehr; einige von mittlerer Grösse sind 16 : 12, 15 : 8 μ gross. Noch rascher aber wachsen für die erste Zeit die Nucleolen, so dass oft das gesammte Kerninnere mit Ausnahme eines ziemlich schmalen Saumes von einem Nucleolus eingenommen ist. Darauf werden sie, die anfangs meist nur zu einem oder zweien vorhanden waren, recht zahlreich, wie Fig. 9 und 10 zeigen. Zuweilen sah ich Durchschnürungs-Stadien des Nucleolus, aber da diese relativ selten sind, glaube ich vielmehr, dass die einzelnen gewöhnlich unabhängig von einander entstehen. Sie werden von den Kernen oft in grosser Anzahl für die nun folgenden „Amitosen durch Knospung"

---

1) Gerassimoff, Ueber die kernlosen Zellen bei einigen Conjugaten. Bull. de la Soc. Imp. de Nat. de Moscou 1892. Citirt nach Zimmermann. Die Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkerns. Jena 1896, S. 76.

2) Nathansohn, Physiologische Untersuchungen über amitotische Kerntheilung. Pringsh. Jahrb. 1900.

3) Ausser derartigen „äusseren" Reizen können auch „innere", von den Nachbarzellen ausgehende, Amitosenbildung hervorrufen; so dürften vielleicht die Amitosen in den Tapetenzellen von *Drosera* (Rosenberg) aufzufassen sein.

gebraucht. Diese Formen sind ungleich häufiger als die durch Zweitheilung entstandenen, wie sie etwa Fig. 8 uns darstellt. Besonders Fig. 10 giebt uns ein schönes Beispiel für einen dieser gelappten Kerne, die gleich auf einmal eine ganze Anzahl Kerne neu entstehen lassen[1]). Figuren wie Fig. 9 erweckten zeitweise in mir die Vorstellung, als ob wir es hier mit „Kernverschmelzungen" zu thun hätten; da aber alle Uebergänge zu Fig. 10 vorhanden sind, und vor allem später mehr und nicht weniger Kerne in der Zelle liegen, verwarf ich wieder diesen Gedanken.

Diese „Amitosen durch Knospung" zeigen mir noch etwas anderes Interessantes. Neben den typischen Nucleolen finde ich stets noch ganz kleine, sich wie Nucleolen färbende Körnchen. Da sie immer gleich den anderen Nucleolen von einem „Hof" umgeben sind, ist es mir unwahrscheinlich, dass wir es hier mit Pseudonucleolen, also Chromatinkörpern zu thun haben. Vielleicht sind sie als in Entstehung begriffene Nucleolen aufzufassen. MOLLIARD beschreibt und bildet ab aus den *Geranium*-Gallen ganz ähnliche Gebilde, fasst sie aber als „pseudonucléoles ou nucléoles accessoires de PETERS et de ROSEN" auf. — In rascher Folge werden nun eine grosse Menge Kerne in den Riesenzellen erzeugt, alle runden sich dann wieder ab, haben einen deutlichen Nucleolus und netzförmige Chromatinanordnung. Ein Absterben dieser Kerne lässt sich vorläufig noch nirgends constatiren. Fig. 11 giebt uns eine Vorstellung davon, wie dicht die Kerne in den „Riesenzellen" neben einander liegen. Die Grösse der Kerne ist etwa ungefähr dieselbe wie die der meisten vergrösserten Kerne in der Jugend der Riesenzellen, durchschnittlich 8 : 5, 7 : 4 $\mu$ gross.

Schon zu Ende Juli oder Anfang August sind die Würmer sehr gross geworden, während die Riesenzellen mehr und mehr verschwinden. Während die Zellen nun thatsächlich von den Nematoden angegriffen werden, beginnen die Kerne Chromatolysen, also die oben unter 5. bezeichnete Structur zu zeigen. Als Beginn der-

1) Derartige „gelappte" Kerne in voraussichtlich gleichem Stadium sind nur noch von MOLLIARD bei den oben erwähnten Gallen auf *Geranium* gefunden: im Uebrigen liegen nur relativ wenige Berichte vor, die erkennen lassen, dass es vorbereitende Stadien zu einer Amitose sind. ZIMMERMANN (l. c. S. 13) giebt als Beispiele an einmal die sehr gelappten Kerne in den lang gestreckten Epidermiszellen von *Allium Porrum*, dann besonders solche im Mesophyll älterer Blätter von *Sempervivum tectorum*. Bei *Chara* sind derartige Fälle ja schon lange bekannt. Von unseren in Gallen beobachteten unterscheiden sich aber alle diese sonst angeführten Kerne darin, dass sie als beginnende Todeserscheinungen aufzufassen sind, während bei ersteren noch lebhafte Kernvermehrung statthat. — W. MAGNUS beschreibt in seinen von Mykorrhiza befallenen Zellen ähnliche Bilder. Er fügt aber hinzu, dass es nur in den seltensten Fällen zu einer Fragmentation komme. Für unser Object bin ich nicht gleicher Ansicht.

selben zeigten sich mir oft gewisse, „pseudonucleolen-ähnliche“ Gebilde, ähnlich den eben beschriebenen kleinen Nucleolen, nur fehlt hier ein „Hof“. Sie sind wohl auch nicht mit den unter 3. beschriebenen zu identificiren. Gleichzeitig werden die Contouren unregelmässig. In Fig. 14 liegen vier Kerne neben einander, von denen zwei erst den Beginn des Chromatinzerfalls in Form einer unregelmässigen Körnelung zeigen, der dritte ziemlich seine Structur verloren hat — nur die Nucleolen heben sich noch als dunklere Körper ab — endlich der vierte gänzlich deformirt ist.

Gewisse Bilder, wie Fig. 12, zeigen mir noch in den älteren Zellen, bevor eine Desorganisation des Kernes eintritt, eine ungemein schwache Ausbildung des Chromatins. Ich bin mir nicht ganz klar, wie ich dieselben deuten soll.

Auf dem letzten Stadium der Kernveränderungen begegnen wir nun sehr häufig den „Fragmentationen. Fig. 13 bietet uns ein Uebersichtsbild über die Riesenzellen auf diesem Stadium. Alte Kerne haben unregelmässige Contouren angenommen, in den untersten sehen wir eine Fragmentation. Eine Kernstructur ist nicht mehr zu erkennen. Die Kerne zerbrechen in Stücke und gehen mit den Zellen zu Grunde.

Erwähnt mag schliesslich noch werden, dass ich auch Gallen untersuchte, die von in ein Treibhaus gestellten Exemplaren von *Circaea* stammten; die Untersuchung wurde Mitte Januar vorgenommen. Die weiblichen Würmer sind unförmig dick angeschwollen, die vielfach geschlängelten Eileiter treten mit den Eiern deutlich hervor. Die Würmer übertreffen den Rest der Riesenzellen um mehr als das Vierfache an Grösse.

Fassen wir nun unsere Ergebnisse zusammen:

> Bei den Veränderungen in der Chromatinstructur herrscht eine unverkennbare Aehnlichkeit mit der in den von Mykorrhiza befallenen *Neottia*-Zellen vor. Nach Bildern, aus denen wir auf eine energische Lebenserscheinung des Kernes uns zu schliessen berechtigt glauben — es entstehen Gebilde, die an Chromosomen erinnern — folgen solche, die nach einer Zeit der „Ruhe“ einen chromotolytischen Zerfall erkennen lassen. Es wird die Aufgabe weiterer Untersuchungen sein, zu sehen, ob ganz allgemein bei Zellen, die durch Parasitismus oder Symbiose „gereizt“ sind, ähnliche Umlagerungen im Chromatin und der Nucleolarsubstanz sich einstellen[1]).

---

1) Anhangsweise möchte ich noch erwähnen, dass sich die Riesenzellen in den Gallen, die ich durch Infection auf *Coleus* und *Plantago* hervorgerufen, vollkommen ähnlich auch in cytologischer Hinsicht denen von *Circaea* gegenüber zu verhalten

Es blieb nur mehr übrig, zu untersuchen, wie die Zellwände unserer Riesenzellen sich entwickelten. In noch jungen Zellen zeigte sich die Wand stets sehr dünn, nicht von den parenchymatischen Zellen des Grundgewebes in ihrer Dicke abweichend, in den älteren Stadien dagegen um ein Vielfaches an Dicke gewachsen. Sehr häufig kann man in Speicherzellen bei anderen Pflanzen schöne Beispiele für ein Wachsthum der Wand durch Apposition derart finden, dass einzelne Cellulosekörner durch Abspaltung aus Plasma-Granulis entstehen und sie in Reihen an die Wand ansetzen[1]). Mir war es sehr wahrscheinlich, dass ich auch hier Aehnliches finden würde, ich sah mich jedoch in dieser Annahme getäuscht.

Um ein genaues Studium der Wandverdickungsvorgänge vorzunehmen, standen mir vier Mittel zu Gebote:

1. Die Färbung vermittelst des FLEMMING'schen Dreifarben-Verfahrens;
2. die Thatsache, dass bei Alkohol-Fixirung[2]) zuweilen ein theilweises Zurückziehen des Plasmas von der Wand eintritt;
3. Plasmolyse durch Salpeterlösung in lebenden Zellen und
4. die Behandlung mit JAVELLE'scher Lauge.

Das Färbungsverfahren zeigte mir stets bis zur Wand reichende, orange gefärbte Granula, ein Zurückziehen des Plasmas durch Alkohol oder (in lebenden Zellen) durch Salpeterlösung liess die Zellwand stets glatt erscheinen. Die Behandlung mit JAVELLE'scher Lauge ergab die besten Resultate.

Färbte ich die Präparate mit Chlorzinkjod vor Einwirken der Lauge, so erschienen die betreffenden Zellwände, wie auch die meisten der übrigen umliegenden Zellen gelb gefärbt. Nach wenigen Stunden schon wurde der die Cellulosereaction verdeckende Stoff ausgezogen, und die Wände zeigten sich nun violett. Die Violettfärbung war nach innen scharf abgegrenzt (dies gilt für Präparate aus allen Stadien der Zellwandverdickung). Mitunter war eine schwache Schichtung in der Wand zu erkennen. Dies stimmt also mit den Resultaten, die durch die plasmolysirenden Mittel gewonnen waren. Bei nicht zu langer Einwirkung unseres Lösungsmittels war aber meist noch ein ganz feines Netzwerk von unmessbar feinen Maschen erhalten geblieben.

scheinen. Genauere Untersuchungen habe ich nicht angestellt, nur fiel mir bei *Plantago* auf, dass die Chromatinstructuren der ruhenden Kerne öfter nicht so fein netzförmig wie bei *Circaea*, sondern mehr grobkörnig-flockiger Natur sind. Auch ist das Plasma hier spärlicher in den Riesenzellen, zuweilen in eigenartiger, netzförmiger Anordnung.

1) Die mir bekannten Beispiele habe ich zusammengestellt in meiner Abhandlung: Die Bildung der Cellulose, eine theoretische Studie. Biol. Centralbl., Bd. XXI, 1901.

2) Ausdrücklich bemerke ich noch, dass ich im Allgemeinen mit FLEMMING fixirt habe.

das sich an die Zellwand anlehnte und wegen seiner Feinheit überhaupt nicht färbte. Zuweilen lagen in den Ecken der Maschen gröbere, dunklere Punkte und darauf folgten dann weiter nach innen normal aussehende, weit grössere Plasmakörner.

Ich glaube aber nicht, dass die an die Wand ansetzenden Gebilde als Cellulosegerüst zu deuten seien, weil sie keine sonstige Reaction ausser ihrer Unlöslichkeit (oder richtiger schweren Löslichkeit) auf Cellulose geben, vielmehr bin ich der Ansicht, dass man sie nur als noch nicht ganz gelöste Plasmanetze ansprechen muss, die erfahrungsgemäss an einer Zellwand sehr häufig dem Einwirken von Lösungsmitteln länger widerstehen als in der Mitte der Zellen.

Das Wachsthum der Zellwand haben wir uns somit durch in Lösung befindliche und erst am Orte der Verdickung sich ausscheidende Membranstoffe zu denken.

---

## Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren sind mit dem Oberhäuser'schen Zeichenapparate gezeichnet. Die Vergrösserung ist bei Fig. 1 = 9, bei Fig. 13 = 170, bei Fig. 10 und 11 = 450, bei den übrigen = 1500.

Fig. 1. Uebersichtsbild. Durch die Einwirkung des Parasiten sind bereits einige „Riesenzellen" erzeugt; die peripherisch gelegenen sind einkernig (*A*), die inneren mehrkernig (*B*). Bei *H* der Nematode.

„ 2 und 3. Mitosen aus den kleinen, die Riesenzellen umgebenden Zellen. Die Chromosomen sind klein und nicht übermässig zahlreich.

„ 4. Eigenartige Ballung des Chromatins in kleine Klümpchen, ähnlich den Ballungen, die von Rosenberg und Magnus in besonders gereizten Kernen beschrieben sind. *N* Nucleolus.

„ 5. Desgleichen. Zwei Kerne aus den Riesenzellen. Die Klümpchen sind nur ein Wenig grösser als in den vorigen Kernen. Bei *N* wieder die Nucleolen.

„ 6. Beginn einer deutlichen Mitose in den Riesenzellen. Das Chromatin ist in eine Menge ziemlich dicker Chromosomen zerfallen. Das Plasma ist um die Kerne dichter als im übrigen Theile der Zelle.

„ 7. Riesenzelle mit vier Kernen. Die Chromatinstructur ist ein Wenig abweichend von Fig. 4 und 5. Die Chromatinklümpchen sind unregelmässiger, überall durch feine pseudopodienähnliche Ausläufer mit einander verbunden. Die Nucleolen *N* sind schlecht von dem Chromatin zu unterscheiden. Das Plasma zeigt z. Th. sehr grosse Vacuolen.

„ 8. Einschnürung eines Kernes in der Mitte als Beginn einer Amitose.

„ 9. Der Kern schickt sich an, sich in vier Kerne zu theilen. Auf jedes Theilstück kommt ein grosser Nucleolus. Die Figur erinnert an verschmelzende Kerne.

„ 10. Typisches Beispiel für Amitose durch „Sprossung" oder „Knospung". Die Kerne sind in Folge dessen unregelmässig gelappt, die Nucleolen von nicht verschiedener Grösse, einige nur sehr winzig, aber bereits von einem deutlichen „Hof" umgeben.

„ 11. Riesenzelle mit einer grossen Anzahl von Kernen in vorgerückterem Alter. Nur die auf einem Mikrotomschnitt von 7,5 $\mu$ Dicke liegenden sind ein-

gezeichnet. Bei einigen kann man die eben stattgehabte Theilung mit ziemlicher Gewissheit sehen. — Schematisch. —

Fig. 12. Kern aus einer Riesenzelle mit ungemein wenig Chromatin und verhältnissmässig wenig Nucleolen; letztere wieder von ungleicher Grösse.

„ 13. Uebersichtsbild über einen Theil der Galle im Altersstadium. Die Kerne der Riesenzellen beginnen ihre Structur zu verlieren und zu fragmentiren. Das Plasma ist nicht so dicht wie in der Jugend der Zellen. Sehr schön zu sehen ist ferner, wie die Spiralfaserzellen und Spiralgefässe durch die Riesenzellen bei Seite gedrängt sind.

„ 14. Vier Kerne in Chromatolyse und Fragmentation begriffen. Bei den beiden oberen tritt eine unregelmässige Körnelung als Beginn des Chromatinzerfalles ein, der dritte hat zwar schon seine Structur ziemlich verloren, die Nucleolen heben sich aber noch als dunklere Körper ab. während der vierte Kern gänzlich deformirt ist.

## 3. K. Saida: Ueber die Assimilation freien Stickstoffs durch Schimmelpilze.

Eingegangen am 10 August 1901.

Durch wiederholte Untersuchungen ist die Thatsache festgestellt, dass die Knöllchenbacterien der Leguminosen den atmosphärischen Stickstoff zu assimiliren vermögen; und weiter hat K. PURIEWITSCH[1]) beobachtet, dass die zwei Schimmelpilze *Aspergillus niger* und *Penicillium glaucum* ebenfalls freien Stickstoff assimiliren, falls ihnen eine Stickstoffverbindung in der Nährlösung dargeboten wird. BREFELD[2]) hat neuerdings berichtet, dass seine Untersuchungen über die Stickstoffassimilation bei Fadenpilzen bisher negative Resultate ergeben haben.

Schon vor zwei Jahren begann ich, mich mit Untersuchungen über die Assimilation freien Stickstoffs durch *Phoma Betae*. *Mucor stolonifer*, *Aspergillus niger*, *Endococcus purpurascens*, *Acrostalagmus cinnabarinus*, *Monilia variabilis* und *Fusisporium moschatum* zu beschäftigen.

Diese Versuche ergaben das Resultat, dass *Phoma Betae, Mucor stolonifer* und *Aspergillus niger* den atmosphärischen Stickstoff sowohl bei Anwesenheit als bei Abwesenheit von Stickstoffverbindungen in der Nährlösung assimilirten; dass *Endococcus purpurascens* nur bei An-

1) Ueber die Stickstoffassimilation bei den Schimmelpilzen. Ber. der Deutsch. Bot. Ges, XIII (1895), S. 342.

2) Versuche über die Stickstoffaufnahme bei den Pflanzen. Jahresber. der Schlesisch. Ges. für vaterl. Cultur. Zoolog.-Bot Section. Sitzung vom 15. Nov. 1900.

wesenheit bestimmter Stickstoffverbindungen freien Stickstoff assimilirte, und dass *Acrostalagmus cinnabarinus*, *Monilia variabilis* und *Fusisporium moschatum* in allen von mir angewendeten Nährlösungen freien Stickstoff nicht assimilirten.

Auf den folgenden Seiten möchte ich einen vorläufigen Bericht über die Assimilation freien Stickstoffes durch die genannten Pilze geben.

## 1. Phoma Betae.

Zu den Culturen dieses Pilzes habe ich kleine, 240 *ccm* fassende ERLENMEYER'sche Kolben verwendet. Ein jeder derselben wurde mit 50 *ccm* der Nährlösung beschickt.

Nach dreimaliger Sterilisirung derselben geschah die Impfung mit einem geringen, bei allen Versuchen gleichen Quantum von Sporen, welche in sterilisirtem destillirten Wasser vertheilt waren. Nach der Impfung habe ich die Kolben unter eine grosse Glasglocke gestellt. Durch diese wurde täglich eine Stunde lang ein Strom von Luft geleitet, die durch Watte, Kalilauge, Schwefelsäure und destillirtes Wasser von Stickstoffverbindungen und anderen Unreinigkeiten befreit war.

Nach Abschluss jedes Versuches wurde der Inhalt eines der Kolben für Plattenculturen verwendet, um die Reinheit der Culturen festzustellen. Besonders hierfür ausgeführte Versuche bestätigten, dass eine ununterbrochene Ventilation durch reine Luft auf die Stickstoffassimilation sehr vortheilhaft einwirkt.

*Phoma Betae* assimilirt freien Stickstoff in verschiedenen Nährlösungen, aber besonders ausgezeichnet in Rübendecoct.

Wie K. PURIEWITSCH bei *Aspergillus niger* und *Penicillium glaucum* feststellte, steht die Stickstoffassimilation auch bei *Phoma Betae* im directen Verhältniss zum Zuckergehalt der Nährlösung. Ist der Gehalt an Zucker zu gering, so findet keine Stickstoffassimilation statt. Diese Thatsache hat P. MAZÉ[1]) auch bei Knöllchenbacterien der Leguminosen festgestellt.

Die Sommertemperatur ist sehr günstig für die Stickstoffassimilation. In diffusem Lichte findet dieselbe ebenso ausgiebig statt, wie im Dunkeln.

Wenn die Nährlösung eine grosse Menge von gebundenem Stickstoff enthält, findet keine Assimilation freien Stickstoffs statt.

Wenn die Stickstoffassimilation durch den Pilz in einer stickstoffarmen Nährlösung stattfindet, ist die Quantität der Kohlensäureproduction grösser, als wenn die Nährlösung eine erhebliche Menge

1) Fixation de l'azote libre par le bacille des nodosités des légumineuses. (Annales de l'Inst. Pasteur t. 11, 1897, p. 44.) Les microbes des nodosités des légumineuses. (Ann. de l'Inst. Pasteur t. 12, 1898, p. 1 et 128; IIme et IIIme mémoire.)

gebundenen Stickstoffs enthält und die Assimilation freien Stickstoffes in Folge dessen nicht stattfindet. Eine Ausnahme bildet das erste Stadium der Entwickelung des Pilzes. Hier ist die Kohlensäureproduction beim Pilze in einer stickstoffreichen Nährlösung lebhafter als in einer stickstoffarmen Nährlösung.

Die Resultate der Versuche, welche mit folgenden Nährlösungen angestellt wurden und die je $2^1/_2$ Monate dauerten, sind in den nachstehenden Tabellen zusammengestellt.

### A. Nährlösungen ohne gebundenen Stickstoff.

1. Auf 100 *ccm* Wasser:

| | | |
|---|---|---|
| a | $K_2HPO_4$ | 0,4 *g* |
| | $MgSO_4$ | 0,4 „ |
| | $CaCl_2$ | sehr wenig |
| | Rohrzucker | 17,0 *g* |

2. Auf 100 *ccm* Wasser:
   a + 5 *g* Rohrzucker.
3. Auf 100 *ccm* Wasser:
   a + 17,0 *g* Dextrose.
4. Auf 100 *ccm* Wasser:
   a + 1,5 *g* Dextrose.

| Nr. der Nährlösungen | Stickstoffgehalt der Nährlösungen | | | Gehalt an assimilirtem Stickstoff |
|---|---|---|---|---|
| | Reine Nährlösungen *mg* | Mit getödteten Sporen *mg* | Nach Abschluss des Versuches *mg* | *mg* |
| 1 . . . . . . | 0 | 0,1478 | 1,3306 | 1,1828 |
| 2 . . . . . . | 0 | 0,1478 | 0,8871 | 0,7393 |
| 3 . . . . . . | 0,1478 | 0,2957 | 1,7742 | 1,4785 |
| 4 . . . . . . | 0,0130 | 0,1608 | 0,1608 | 0 |

### B. Nährlösungen mit gebundenem Stickstoff.

1. Auf 100 *ccm* Wasser:

| | | |
|---|---|---|
| b | $K_2HPO_4$ | 0,4 *g* |
| | $MgSO_4$ | 0,4 „ |
| | $CaCl_2$ | sehr wenig |
| | $(NH_4)_2CO_3$ | wenig |
| | Rohrzucker | 5,0 *g* |

2. Auf 100 *ccm* Wasser:
   b + 10,0 *g* Rohrzucker.
3. Auf 100 *ccm* Wasser:
   b + 15,0 *g* Rohrzucker.
4. Auf 100 *ccm* Wasser:
   b + 17,0 *g* Rohrzucker.
5. Auf 100 *ccm* Wasser:
   b + 20,0 *g* Rohrzucker.

6. Auf 100 *ccm* Wasser:

b + 30,0 *g* Rohrzucker.

7. Auf 100 *ccm* Wasser:

b + 17,0 *g* Dextrose.

8. Auf 100 *ccm* Wasser:

| | |
|---|---|
| $KH_2PO_4$ | 0,4 *g* |
| $MgSO_4$ | 0,4 „ |
| $CaCl_2$ | sehr wenig |
| $(NH_4)_2CO_3$ | wenig |
| Rohrzucker | 17,0 *g* |

9. Auf 100 *ccm* Wasser:

| | | |
|---|---|---|
| c | $K_2HPO_4$ | 0,4 *g* |
| c | $MgSO_4$ | 0,4 „ |
| c | $CaCl_2$ | sehr wenig |
| c | Rohrzucker | 17,0 *g* |
| | $(NH_4)_2SO_4$ | wenig |

10. Auf 100 *ccm* Wasser:

c + wenig Asparagin.

11. Auf 100 *ccm* Wasser:

c + wenig Pepton.

12. Auf 100 *ccm* Wasser:

Zuckerrübendecoct + 10,0 *g* Rohrzucker.

13. Auf 100 *ccm* Wasser:

c + wenig $(NH_4)_2NO_3$.

14. Auf 100 *ccm* Wasser:

| | |
|---|---|
| $K_2HPO_4$ | 0,4 *g* |
| $MgSO_4$ | 0,4 „ |
| $CaCl_2$ | sehr wenig |
| Rohrzucker | 5,0 *g* |
| Pepton | 0,5 „ |

| Nr. der Nährlösungen | Stickstoffgehalt der Nährlösungen | | | Gehalt an assimilirtem Stickstoff *mg* |
|---|---|---|---|---|
| | Reine Nährlösungen *mg* | Mit getödteten Sporen *mg* | Nach Abschluss des Versuches *mg* | |
| 1 | 6,0618 | 6,2097 | 7,3925 | 1,1828 |
| 2 | 6,0618 | 6,2097 | 7,9839 | 1,7742 |
| 3 | 6,0618 | 6,2097 | 8,8710 | 2,6613 |
| 4 | 6,0618 | 6,2097 | 9,4624 | 3,2527 |
| 5 | 6,0618 | 6,2097 | 9,7581 | 3,5484 |
| 6 | 6,0618 | 6,2097 | 12,4194 | 6,2097 |
| 7 | 6,2097 | 6,3575 | 8,4274 | 2,0699 |
| 8 | 6,0618 | 6,2097 | 7,0968 | 0,8871 |
| 9 | 7,6882 | 7,8360 | 10,9408 | 3,1048 |
| 10 | 6,5054 | 6,6532 | 8,7231 | 2,0699 |
| 11 | 7,5403 | 7,6881 | 10,3494 | 2,6613 |
| 12 | 27,0100 | 28,5300 | 39,0660 | 10,5360 |

Bei *Phoma Betae*, welche sich in den Kolben mit den Nährlösungen Nr. 13 und Nr. 14 entwickelt hatte, suchte ich die Quantität der Kohlensäure zu bestimmen, die der Pilz während der 2½ Monate producirt hatte. Der Pilz, der sich im zugeschmolzenen, grossen, 2200 *ccm* fassenden Kolben in der Nährlösung Nr. 13 entwickelt hatte, producirte während der 2½ Monate 1137,3 *mg* Kohlensäure und der im Kolben Nr. 14 922,0 *mg* Kohlensäure. Aber während der ersten 15 Tage producirte der Pilz im Kolben Nr. 14 mehr Kohlensäure. Nach den Kohlensäurebestimmungen habe ich den Pilz von der Flüssigkeit getrennt, die Quantität des Stickstoffes in dem Pilze bestimmt und die Flüssigkeit auf ihren Gehalt an gebundenem Stickstoff geprüft. Aus diesen Versuchen ging hervor, dass der Pilz im Kolben Nr. 13 den atmosphärischen Stickstoff assimilirt hatte, und dass die Flüssigkeit keinen gebundenen Stickstoff enthielt, während der Pilz im Kolben Nr. 14 keinen freien Stickstoff assimilirt hatte, und die Flüssigkeit noch viel gebundenen Stickstoff enthielt.

## 2. Mucor stolonifer.

*Mucor stolonifer* und die folgenden Pilze habe ich genau in derselben Weise untersucht wie *Phoma Betae*; aber bei diesen Pilzen habe ich die Nährlösungen weniger variirt.

Die Nährlösungen für die Culturen von *Mucor stolonifer* und die mit ihnen erhaltenen Resultate der Versuche sind folgende:

**A. Nährlösung ohne gebundenen Stickstoff.**

1. Auf 100 *ccm* Wasser:

c { $K_2HPO_4$ . . . . . . . . . . . . 0,4 *g*
$MgSO_4$ . . . . . . . . . . . . . 0,4 „
$CaCl_2$ . . . . . . . . . . . . sehr wenig
Rohrzucker . . . . . . . . . . 17,0 *g*.

**B. Nährlösungen mit gebundenem Stickstoff.**

1. Auf 100 *ccm* Wasser:

c + wenig $(NH_4)_2CO_3$.

2. Auf 100 *ccm* Wasser:

c + wenig Pepton.

| Nr. der Nährlösungen | Stickstoffgehalt der Nährlösungen | | | Gehalt an assimilirtem Stickstoff |
|---|---|---|---|---|
| | Reine Nährlösungen *mg* | Mit getödteten Sporen *mg* | Nach Abschluss des Versuches *mg* | *mg* |
| A 1. . . . . | 0 | 0,2957 | 1,1828 | 0,8871 |
| B 1. . . . . | 6,0618 | 6,3575 | 8,4274 | 2,0699 |
| B 2. . . . . | 7,5403 | 7,8360 | 9,3145 | 1,4785 |

## 3. Aspergillus niger.

Für diesen Pilz habe ich folgende Nährlösungen benutzt, und die Resultate der Versuche sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt.

**A. Nährlösung ohne gebundenen Stickstoff.**

1. Auf 100 *ccm* Wasser:

c { $K_2HPO_4$ . . . . . . . . . . . . 0,4 *g*
$MgSO_4$ . . . . . . . . . . . . 0,4 „
$CaCl_2$ . . . . . . . . . . . . . sehr wenig
Rohrzucker . . . . . . . . . . . 17,0 *g*.

**B. Nährlösungen mit gebundenem Stickstoff.**

1. Auf 100 *ccm* Wasser:
c + wenig $(NH_4)_2CO_3$.
2. Auf 100 *ccm* Wasser:
c + wenig $(NH_4)_2SO_4$.
3. Auf 100 *ccm* Wasser:
c + wenig $NH_4Cl$.
4. Auf 100 *ccm* Wasser:
c + wenig Pepton.

| Nr. der Nähr-lösungen | Stickstoffgehalt der Nährlösungen | | | Gehalt an assimilirtem Stickstoff |
|---|---|---|---|---|
| | Reine Nährlösungen *mg* | Mit getödteten Sporen *mg* | Nach Abschluss des Versuches *mg* | *mg* |
| A 1. . . . . | 0 | 0,1478 | 1,6263 | 1,4785 |
| B 1. . . . . | 6,0618 | 6,2097 | 7,6882 | 1,4785 |
| B 2. . . . . | 7,6882 | 7,8360 | 9,0188 | 1,1828 |
| B 3. . . . . | 7,2446 | 7,3924 | 9,1666 | 1,7742 |
| B 4. . . . . | 7,5403 | 7,6881 | 8,8709 | 1,1828 |

## 4. Endococcus purpurascens.

Zu den Culturen dieses Pilzes habe ich eine Nährlösung ohne gebundenen Stickstoff und drei verschiedene Nährlösungen mit gebundenem Stickstoff benutzt. In der stickstofffreien Nährlösung hat der Pilz keinen freien Stickstoff assimilirt; dagegen hat er in der peptonhaltigen Nährlösung und in der dextrosehaltigen Nährlösung mit Ammoniumcarbonat freien Stickstoff gebunden.

Die verwendeten Nährlösungen und die Resultate sind folgende:

**A. Nährlösung ohne gebundenen Stickstoff.**

1. Auf 100 *ccm* Wasser:

c { $K_2HPO_4$ . . . . . . . . . . . . 0,4 *g*
$MgSO_4$ . . . . . . . . . . . . . 0,4 „
$CaCl_2$ . . . . . . . . . . . . sehr wenig
Rohrzucker . . . . . . . . 17,0 *g*. }

**B. Nährlösungen mit gebundenem Stickstoff.**

Auf 100 *ccm* Wasser:

c + wenig $(NH_4)_2CO_3$.

2. Auf 100 *ccm* Wasser:

c + wenig Pepton.

3. Auf 100 *ccm* Wasser:

$K_2HPO_4$ . . . . . . . . . . . . . . . . 0,4 *g*
$MgSO_4$ . . . . . . . . . . . . . . . . . 0,4 „
$CaCl_2$ . . . . . . . . . . . . . . . . . sehr wenig
Dextrose . . . . . . . . . . . . . . . . 17,0 *g*
$(NH_4)_2CO_3$ . . . . . . . . . . . . . . . wenig

| Nr. der Nähr-lösungen | Stickstoffgehalt der Nährlösungen | | | Gehalt an assimilirtem Stickstoff |
|---|---|---|---|---|
| | Reine Nährlösungen *mg* | Mit getödteten Sporen *mg* | Nach Abschluss des Versuches *mg* | *mg* |
| A 1. . . . . . | 0 | 0,2957 | 0,2957 | 0 |
| B 1. . . . . . | 6,0618 | 6,3575 | 6,3575 | 0 |
| B 2. . . . . . | 7,5403 | 7,8360 | 9,6102 | 1,7742 |
| B 3. . . . . . | 6,2097 | 6,5054 | 8,4274 | 1,9220 |

## 5. Acrostalagmus cinnabrinus, Monilia variabilis und Fusisporium moschatum.

Die folgenden Nährlösungen wurden für die drei Pilze verwendet. Die Resultate waren immer negativ.

**A. Nährlösung ohne gebundenen Stickstoff.**

1. Auf 100 *ccm* Wasser:

c { $K_2HPO_4$ . . . . . . . . . . . . . 0,4 *g*
$MgSO_4$ . . . . . . . . . . . . . . 0,4 „
$CaCl_2$ . . . . . . . . . . . . . . sehr wenig
Rohrzucker . . . . . . . . . . . . 17,0 *g* }

### B. Nährlösungen mit gebundenem Stickstoff.

1. Auf 100 *ccm* Wasser:

c + wenig $(NH_4)_2CO_3$.

2. Auf 100 *ccm* Wasser:

| | |
|---|---|
| $K_2HPO_4$ | 0,4 *g* |
| $MgSO_4$ | 0,4 „ |
| $CaCl_2$ | sehr wenig |
| Dextrose | 17,0 *g* |
| $(NH_4)_2CO_3$ | wenig |

3. Auf 100 *ccm* Wasser:

| | |
|---|---|
| $KH_2PO_4$ | 0,4 *g* |
| $MgSO_4$ | 0,4 „ |
| $CaCl_2$ | sehr wenig |
| Rohrzucker | 17,0 *g* |
| $(NH_4)_2CO_3$ | wenig |

4. Auf 100 *ccm* Wasser:

c + wenig Pepton.

### Acrostalagmus cinnabarinus.

| Nr. der Nähr-lösungen | Stickstoffgehalt der Nährlösungen | | | Gehalt an assimilirtem Stickstoff |
|---|---|---|---|---|
| | Reine Nährlösungen *mg* | Mit getödteten Sporen *mg* | Nach Abschluss des Versuches *mg* | *mg* |
| A 1. | 0 | 0,4435 | 0,4435 | 0 |
| B 1. | 6,0618 | 6,5053 | 6,5053 | 0 |
| B 2. | 6,2097 | 6,6532 | 6,6532 | 0 |
| B 3. | 6,0618 | 6,5053 | 6,5053 | 0 |
| B 4. | 7,5403 | 7,9838 | 7,9838 | 0 |

### Monilia variabilis.

| Nr. der Nähr-lösungen | Stickstoffgehalt der Nährlösungen | | | Gehalt an assimilirtem Stickstoff |
|---|---|---|---|---|
| | Reine Nährlösungen *mg* | Mit getödteten Sporen *mg* | Nach Abschluss des Versuches *mg* | *mg* |
| A 1 | 0 | 0,1478 | 0,1478 | 0 |
| B 1 | 6,0618 | 6,2096 | 6,2096 | 0 |
| B 2 | 6,2097 | 6,3575 | 6,3575 | 0 |
| B 3 | 6,0618 | 6,2096 | 6,2096 | 0 |
| B 4 | 7,5403 | 7,6881 | 7,6881 | 0 |

**Fusisporium moschatum.**

| Nr. der Nähr-lösungen | Stickstoffgehalt der Nährlösungen | | | Gehalt an assimilirtem Stickstoff |
|---|---|---|---|---|
| | Reine Nährlösungen *mg* | Mit getödteten Sporen *mg* | Nach Abschluss des Versuches *mg* | *mg* |
| A 1 . . . . | 0 | 0,2957 | 0,2957 | 0 |
| B 1 . . . . | 6,0618 | 6,3575 | 6,3575 | 0 |
| B 2 . . . . | 6,2097 | 6,5054 | 6,5054 | 0 |
| B 3 . . . . | 6,0618 | 6,3575 | 6,3575 | 0 |
| B 4 . . . . | 7,5403 | 7,8360 | 7,8360 | 0 |

Zum Schluss drängt es mich, Herrn Geheimrath Professor KNY und Herrn Dr. KOLKWITZ für ihre wirksame Unterstützung meinen aufrichtigsten und wärmsten Dank zu sagen. Auch die Herren Professor BUCHNER, Professor ZUNTZ, Professor FRENTZEL, Professor Herzfeld, Regierungsrath Dr. HILTNER, Dr. KRÜGER, Dr. ALBERT, Dr. SECKT, Dr. PETERS und Dr. STÖRMER, die mich bei meinen Untersuchungen unterstützten, bitte ich, meinen ergebensten Dank entgegenzunehmen.

Ich habe den chemischen Theil meiner Arbeit in den Laboratorien von Herrn Prof. BUCHNER, Herrn Prof. ZUNTZ und Herrn Regierungsrath Dr. HILTNER ausgeführt. Bei Herrn Dr. ALBERT habe ich alle Chemikalien ganz rein dargestellt. Den reinen Rohrzucker habe ich von Herrn Prof. HERZFELD erhalten. Den grösseren Theil der Stickstoffbestimmungen habe ich bei Herrn Prof. FRENTZEL nach einer Modification der KJELDAHL'schen Methode ausgeführt. In die Methode der Kohlensäurebestimmung[1]) hat Herr Dr. KOLKWITZ mich eingeführt.

Berlin, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität. Juli 1901.

1) R. KOLKWITZ, Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Athmung der niederen Pilze. (PRINGSH. Jahrb., XXXIII, Heft 1 [1898], S. 128—165.)

## 4. F. Czapek: Ueber den Vorgang der geotropischen Reizperception in der Wurzelspitze.

Eingegangen am 25. September 1901.

Die Thatsachen, welche zeigen, dass der geotropische Reiz in der Wurzelspitze, und nicht in der Streckungs- oder Krümmungsregion der Wurzel aufgenommen wird, haben sich auch in der letzten Zeit wieder vermehrt. Die Bedenken, welche zuletzt M. WACHTEL[1]) gegen die DARWIN'schen Anschauungen über die Function der Wurzelspitze und gegen die von mir für jene erbrachten Beweise[2]) geäussert hat, glaube ich so weit als möglich widerlegt zu haben durch den Nachweis, dass bei WACHTEL methodische Abweichungen unterlaufen sind, ferner durch die Einführung einer neuen Methode, welche ebenso exact wie meine früheren Glaskäppchenversuche die Beschränkung der perceptorischen Fähigkeiten auf die Spitze der Wurzel demonstrirt[3]). Diese letzte Methode erlaubt den dirigirenden Einfluss, welchen die Orientirung der Wurzelspitze im Raume auf die geotropische Krümmung des Organes nimmt, auch nach Beseitigung des Glasköppchens an der frei wachsenden Wurzel unzweideutig sicher zu stellen, und in so fern bietet diese Methode gegenüber der älteren einige Vortheile. Tropistische Einflüsse werden aber auch durch das Verharren des Glasköppchens auf der Wurzelspitze sicher nicht entfaltet. Weil das Glasköppchen der Wurzelspitze nirgends fest anliegt, sind insbesondere haptotropische oder thigmotropische Krümmungen der Wurzel vollständig ausgeschlossen. Dies sei speciell einigen Bemerkungen von B. NĚMEC[4]) gegenüber hervorgehoben. Doch wird auch von diesem Autor angenommen, dass ausschliesslich die Wurzelspitze den geotropischen Reiz percipirt, und im Vereine mit den anderen Methoden lassen sich auch aus einigen von NĚMEC angeführten Versuchen Stützen für die DARWIN'sche Anschauung gewinnen. In neuester Zeit hat jedoch F. DARWIN[5]) seine Methode des Nachweises der geotropischen Spitzensensibilität bei Graskeimlingen

---

1) M. WACHTEL, Berichte der neuruss. Gesellsch. der Naturf. in Odessa. Bd. **23**, Heft 1 (1899). Referat von ROTHERT in Botan. Ztg. 1899, p. 227.

2) F. CZAPEK, Jahrbüch. f. wiss. Bot., Bd. **27**, p. 255 (1895).

3) F. CZAPEK, Jahrbüch. f. wiss. Bot., Bd. **35**, p. 313 (1900).

4) B. NĚMEC, Jahrbüch. f. wissensch. Botan., Bd. **36**, p. 10 (1901).

5) F. DARWIN, Preliminary note on the function of the root-tip in relation to geotropism. Extracted from the Proceed. of the Cambridge Philosoph. Soc. Vol. XL, Pt. II (1901).

in geistvoller Weise auch für Versuche mit Wurzeln brauchbar gemacht und so neues werthvolles Beweismaterial zur Lehre von der Spitzenfunction gewonnen.

Die Frage, wie weit sich die sensible Zone der Wurzel von der Spitze der Wurzelhaube hinauf erstreckt, ferner, ob auch die Wurzelhaubenzellen befähigt sind den geotropischen Reiz zu percipiren, wurde wohl zuerst von C. FIRTSCH[1]) im Institute HABERLANDT's in Angriff genommen. Es soll nach diesem Autor ausschliesslich das Calyptrogen der Wurzelspitze sein, welches die perceptorisch fungirenden Zellen enthält, weil decapitirte Wurzeln erst dann eine Hemmung ihrer geotropischen Reaction zeigen, wenn der Querschnitt durch die Region des Calyptrogens geführt worden ist. Die Haubenzellen der Wurzel sollen nach dieser Anschauung bei der geotropischen Reizperception nicht betheiligt sein. Ich habe sodann später[2]) darauf aufmerksam gemacht, dass die Ansicht von FIRTSCH nicht in Einklang zu bringen ist mit der Thatsache, dass sich decapitirte Wurzeln auch dann noch relativ sehr häufig geotropisch krümmen, wenn man sie 1 *mm* von der Spitze entfernt amputirt hat, also das Calyptrogen beseitigt ist. Auch konnte ich durch specielle Modificationen meiner Glaskäppchenmethode zeigen, dass es bei horizontal gestellten Wurzelpräparaten mit vertikal abwärts gerichteter Spitze nicht gelingt die geotropische Krümmung vollständig hintanzuhalten, wenn man nicht wenigstens die vordersten 1,5 *mm* (vom Vegetationspunkt aus gemessen) in verticale Stellung gebracht hat. Ich musste daraufhin zur begründeten Annahme kommen, dass:

1. wie aus den Versuchen von FIRTSCH hervorgeht, den ausgebildeten Haubenzellen keine specielle perceptorische Function zukommt;

2. dass sich die sensible Region, nicht wie FIRTSCH annahm, auf das Calyptrogen beschränkt, sondern bis 1,5 *mm* in die jungen Wurzelgewebe zurückreicht, und schliesslich oberhalb dieser Querzone allmählich ausklingt.

In neuester Zeit hat nun B. NĚMEC[3]) bezüglich der anatomischen Localisation der geotropischen Reizperception in der Wurzelspitze eine Ansicht aufgestellt, welche mit den eben angeführten experimentell aufgefundenen Thatsachen in scharfem Widerspruche steht. Es soll dieser zufolge ausschliesslich eine in der Columella der Wurzelhaube gelegene, Stärkekörner enthaltende Zellgruppe sein, welche die Wahrnehmung des Schwerkraftreizes vermittelt. Von der Bedeutung jener

1) C. FIRTSCH, Bericht. der Deutsch. Bot. Ges., Bd. **2**, p. 248 (1884).

2) F. CZAPEK, Jahrbüch. für wiss. Botan., Bd. **27** l. c. (1895).

3) B. NEMEC, Berichte der Deutschen Bot. Ges. Bd. **18**, S. 241 (1900). — Jahrbücher für wissensch. Botanik. Bd. **36**, S. 55 (1901).

Stärkekörner wird noch später die Rede sein. Němec stützt seine Ansicht auf folgende Momente: 1. Wurzeln, welche der Haube beraubt wurden, reagiren viel länger nicht auf den geotropischen Reiz, als der Wundshock dauert. 2. Die Rückkehr der Perceptionsfähigkeit bei decapitirten Wurzeln ist nicht direct an die Rückkehr der Zelltheilungen oder an die Bildung eines Callus als solchen geknüpft, sondern vielmehr an die Neubildung jener Stärke enthaltenden Haubenzellen. 3. Durch Eingypsen der Wurzelspitze gelingt es, die Stärke in den Haubenzellen zur Auflösung zu bringen, und im Zusammenhang damit tritt temporärer Verlust der geotropischen Perceptionsfähigkeit ein. Diese Argumente stimmen jedoch nicht mit dem überein, was ich durch frühere fremde und durch eigene Beobachtungen bezüglich der Wirkung von Verletzungen bei Wurzelspitzen in Erfahrung bringen konnte. Es giebt Fälle genug, in welchen der Wundshock durch Verletzungen, welche die fraglichen Haubenzellen nur theilweise oder gar nicht tangiren, um nichts geringer ist als der Shock, welcher nach Entfernung der ganzen Wurzelhaube, ja dieser und des Vegetationspunktes der Wurzel zusammengenommen, einzutreten pflegt. Schon Brunchorst[1]) war in der Lage, zu zeigen, dass die Anlegung eines ringförmigen Einschnittes um die Wurzelspitze gerade so wirkt, wie die vollständige Decapitirung. Nach meinen eigenen Erfahrungen[2]) wirkt bei *Vicia Faba* sowohl eine mediane einfache Längsspaltung der Wurzelspitze mit Erhaltung beider Hälften als auch Entfernung einer Längshälfte der Spitze ganz in der gleichen Weise wie vollständige Decapitirung, d. h. sie erzeugt einen 48 Stunden lang währenden Wundshock. Nach den Beobachtungen von M. Wachtel[3]) tritt bei *Faba* Perceptionsfähigkeit von decapitirten Wurzeln früher ein, als das Meristem der Spitze regenerirt ist. Auch Němec l. c. p. 23 giebt an einer anderen Stelle zu, dass die Grösse des Wundreizes nicht direct von dem Umstande abhängig ist, ob mit der Verwundung die Wurzelspitze entfernt wird oder nicht. Ich muss ferner hervorheben, dass nach meinen experimentellen Erfahrungen die geotropische Reactionsfähigkeit an total oder partiell decapitirten und geringelten Wurzeln, welche nach der Operation vertical gestellt oder auf dem Klinostaten bis zum Aufhören des Wundshocks gedreht wurden, ungefähr zu derselben Zeit wieder zurückkehrt. Mit diesen Erfahrungen steht die von mir anderweitig festgestellte Thatsache, dass die Längenausdehnung des durch die Amputation entfernten Spitzenstückes die Dauer der geotropischen Reactionsfähigkeit stark beeinflusst, nicht im Widerspruche, weil naturgemäss

1) J. Brunchorst, Berichte der Deutschen Bot. Ges. Bd. 2, S. 89 (1884).

2) F. Czapek, Jahrbücher für wissensch. Botanik. Bd. 32, S. 202 (1898).

3) M. Wachtel, Zur Frage über den Geotropismus der Wurzeln. Berichte der neurussischen Gesellschaft der Naturf. in Odessa. Bd. 23, Heft 1 (1899). (Russisch).

die verschieden grosse Inanspruchnahme der Regenerationsfähigkeit sich im Operationseffecte äussern muss. Ich sehe schliesslich auch keinen Grund zu der Annahme, dass in irgend einem Falle der Wundshock früher zu Ende sein könne, als sich die geotropische Reactionsfähigkeit wieder einstellt, weil wir ja kein anderes sicheres Kriterium für das Aufhören des Wundshocks haben, als eben die Wiederkehr der Perceptions- und Krümmungsfähigkeit. Aus allen diesen Gründen vermag ich mich den Anschauungen von NĚMEC über die Wirkung der Wurzelhaubenamputation nicht anzuschliessen. Die beiden anderen Argumente von NĚMEC bezüglich der Coincidenz von Restitution der geotropischen Reactionsfähigkeit und Regeneration der stärkehaltigen Haubenzellen, ferner die Coincidenz von Stärkeauflösung und Verlust der Reactionsfähigkeit beim Eingypsen sind mir Wahrscheinlichkeitsbeweise (post hoc, ergo propter hoc); sie stehen und fallen eigentlich mit dem ersten Salze bezüglich der Wirkung der Haubenamputation. Ohne Beiziehung anderer strenger Beweise vermag ich, ohne die Richtigkeit der einschlägigen Beobachtungen von NĚMEC in Frage zu ziehen, die genannten Momente denn auch nicht als zwingend anzusehen für die Ansicht, dass die perceptorische Function auf die Haubenzellen beschränkt sei, zumal gewichtige Gründe einer solchen Meinung entgegenstehen.

Ich kann daher nach wie vor nur die Anschauung vertreten, dass nicht nur die Zellen der äussersten Wurzelspitze, sondern auch die Zellen der aus dem Meristem hervorgegangenen jungen Gewebe zur Aufnahme des geotropischen Reizes befähigt sind. Ich will jedoch damit nicht den von NĚMEC als Sitz der Perceptionsfähigkeit angesehenen Haubenzellen die Fähigkeit zur Reizperception absprechen, wenn ich auch die geotropische Reizaufnahme als das ausschliessliche Privilegium dieser Zellen nicht betrachten kann.

Der Frage, ob die Function der geotropischen Reizaufnahme irgend einem speciellen Gewebe der sensiblen Spitze zukommt, bin ich bereits bei einem früheren Anlasse näher getreten[1]). MAC DOUGAL[2]) hat ferner die Ansicht aufgestellt, dass für Traumatropismus (und Geotropismus) das Periblem der Wurzelspitze das reizempfindliche Gewebe darstellt, weil sich die Wurzeln nur nach Verbrennung einer Periblemflanke traumatropisch krümmen. Durch zahlreiche Versuche bin ich jedoch zu der Meinung gekommen, dass sämmtliche Gewebe der Wurzelspitze geotropisch sensibel sein dürften, sowohl Meristem als auch Plerom, wie Periblem, und es steht nichts im Wege, die Perception des geotropischen Reizes, wie für die anderen Spitzengewebe, so auch für die NĚMEC'schen Zellen der Wurzelhaube, in Anspruch zu nehmen.

1) F. CZAPEK, Jahrbücher für wissensch. Botanik. Bd. **32**, S. 230 (1898).
2) MACDOUGAL, Botan. Gazette 1897. S. 320.

Die Fähigkeit dieser Zellen, den geotropischen Reiz aufzunehmen, bringt nun NĚMEC in Zusammenhang mit dem Gehalte derselben an Stärkekörnchen, welche bei verschiedener Orientirung der Wurzel ihre Lage in den Zellen ändern, wie dies zuerst DEHNECKE[1]) bei Chromatophoren beobachtet hat. Auf diese Weise sollen sie einen speciell zur Perception der Lage des Organs im Raume geeignet construirten Apparat darstellen, analog den Otolithen bei Thieren. Die Möglichkeit eines derartigen Zusammenhanges will ich nicht in Abrede stellen, doch kann ich nicht mit NĚMEC in solchen Stärke hältigen Zellen den einzigen Apparat erblicken, welchen die Wurzel zur geotropischen Reizperception besitzt. Einmal muss ich es als erwiesene Thatsache betrachten, dass die in Rede stehenden Zellen nicht die einzigen sensiblen Zellen der Wurzelspitze sind, zum anderen kommen in den übrigen sensiblen Wurzelspitzengeweben ähnliche Stärkezellen nicht vor. Ein specielles „geotropisches Sinnesorgan" stellen also, so weit ich heute die Sachlage beurtheilen kann, die NĚMEC'schen Haubenzellen für die Wurzel nicht dar, wenn auch die Hypothese von NĚMEC, dass die Stärkekörner dieser Zellen durch Lageveränderungen nach Art von Otolithen in diesen Haubenzellen die Wahrnehmung des Schwerkraftreizes vermitteln sollen, sich bewahrheiten sollte.

Haben wir nun sonst irgend welche Anhaltspunkte zu einer näheren Kenntniss des Perceptionsvorganges in der Wurzelspitze? Ich habe bereits bei einer früheren Gelegenheit ausgeführt, dass wir annehmen können, „dass entweder jede Spitzenzelle für sich in ihrem Protoplasma einen geotropisch sensiblen Apparat birgt, ohne dass alle Zellen zusammen erst ein derartiges Organ für die geotropische Wahrnehmung darstellen, indem bestimmte Momente der Anordnung und Verbindung der Zellen hierbei im Spiele stehen"[2]). Ich sagte weiter (l. c.): „Ich glaube aber, dass diese beiden Fälle keine sich gegenseitig ausschliessenden Gegensätze darstellen, sondern dass sie sich sehr wohl beide zugleich realisirt erweisen können und sich gegenseitig unterstützen." Auf diesen letzten Satz möchte ich hier speciell Gewicht legen im Hinblick auf die in der letzten Zeit lebhafter gewordene Discussion über die bei der Reizperception in's Spiel kommenden Factoren. Es liegt im Wesen eines jeden Reizvorganges, dass bei der Perception wie bei der Reizreaction niemals die Vorgänge in jeder einzelnen sensiblen, respective reagirenden Zelle allein das Wesentliche darstellen, sondern dass die gleichzeitig in Action tretenden Wechselbeziehungen der gereizten Zellen ein ebenso wich-

1) DEHNECKE, Ueber nicht assimilirende Chlorophyllkörner. Dissertation. Bonn 1880.

2) F. CZAPEK, Jahrbücher für wissensch. Botanik. Bd. **32**, S. 233 (1898).

tiges Moment für die Inscenirung des ausgelösten Vorganges bilden. Kein Protoplast handelt für sich allein, sondern vollbringt seine Thätigkeit nur im engen Zusammenhang mit den Protoplasten der anderen Gewebszellen, welche an dem physiologischen Vorgange betheiligt sind. Wenn auch im Pflanzenreiche so grob auffällige und hoch differenzirte Correlationen nicht vorkommen, wie sie sich z. B. in den Körperbewegungen eines Thieres zeigen, so ist doch eine jede geotropische oder phototropische Krümmung dafür zur Demonstration geeignet, dass die in gleicher Weise „innervirten" Zellen der oberen und unteren Flanke verschieden und in harmonisch abgestufter Weise sich an der Reizreaction betheiligen — nicht anders als die Theile des Protoplasten in einem sich geotropisch krümmenden, einzelligen Mucorineen-Sporangiumstiel zusammenarbeiten müssen, um den Krümmungseffect zu erzielen. Dies ist immer wieder bei der Beurtheilung der Vorgänge in der Krümmungsmechanik ungebührlich in den Hintergrund gestellt worden und kann nicht genug in seiner Wichtigkeit hervorgehoben werden. Ich glaube nun, dass auch bei der Reizperception ein solches Zusammenwirken der sensiblen Zellen keine geringere Rolle spielen dürfte als etwaige in der einzelnen Zelle stattfindende Perceptionsprocesse. Dabei fasse ich als Reizperception im Sinne PFEFFER's alle Processe zusammen, welche in dem sensiblen Organ in Folge des Schwerkrafteinflusses unterlaufen und welche sich nicht äusserlich als Reizbewegungsvorgänge darstellen.

Hinsichtlich der Frage, ob in geotropisch sensiblen Zellen Apparate zur Aufnahme des Schwerkraftreizes vorhanden seien, hat sich bekanntlich NOLL[1]) dahin geäussert, dass möglicherweise die Empfangsvorrichtung für den geotropischen Reiz in Form einer Centrosphäre mit einem specifisch schwereren Centrosom gegeben sein könne, welche aber nicht mit den bei Zelltheilungen beobachteten Centrosphären identisch seien und vielleicht in ihren Dimensionen unter die Grenze der mikroskopischen Sichtbarkeit herabgehen. Ob es nun ein nothwendiges Postulat ist, einen besonders ausdifferenzirten Apparat in der geotropisch sensiblen Zelle anzunehmen, möchte ich als mindestens controvers betrachten. Ein jedes Mikrosom, ein jeder Krystall, ein jedes Stärkekorn oder anderes Inhaltskörperchen in geeigneten Partien des Protoplasten, welche sich nicht in lebhafter Strömung befinden, kann an der ruhenden Hautschichte des Protoplasten, welcher auch ich mit NOLL eine Bedeutung für die geotropische Reizaufnahme zuschreiben möchte, die Reizperception in bestimmten Fällen vermitteln, und es steht natürlich frei auch für die Stärkekörner in gewissen Zellen mit

1) F. NOLL, Jahrb. für wiss. Bot. Bd. 34, S. 502 (1900).

Haberlandt[1]) und Němec eine derartige Rolle zu vindiciren. Dass Lageveränderungen durch den Einfluss der Schwerkraft selbst beim Zellkern vorkommen können, hat Heine[2]) beobachtet, und gewisse Cytoplasmaansammlungen im physikalisch unteren Theile der Zellen hat Němec[3]) abgebildet und beschrieben. Alle diese Dinge können und werden auch gewiss vielfach mit der Aufnahme des Schwerkraftreizes in Beziehung stehen, ohne dass sich die sensiblen Zellen durch besondere Einrichtungen in ihrem Protoplasten auszuzeichnen brauchen. Damit muss natürlich auch zugegeben werden, dass die Eigenschaft der geotropischen Sensibilität nicht auf der Fähigkeit der Zellen beruht, passive Lageveränderungen von Inhaltskörpern vor sich gehen zu lassen, sondern auf der Existenz einer Fähigkeit in bestimmter Weise durch solche Vorgänge reizbar zu sein. Und die Natur dieser Reizbarkeit ist uns heute noch durchaus unbekannt.

Ich habe bei früherer Gelegenheit[4]) darauf aufmerksam gemacht, dass geotropisch gereizte Wurzelspitzen gewisse histochemische Differenzen gegenüber ungereizten Organen aufweisen, nämlich verminderte Oxydation von leicht oxydablen Reagentien (Guajak, Indigweiss, $\alpha$ Naphthol + p Phenylendiamin) und Vermehrung gewisser reducirender Stoffe.

Diese Veränderungen im sensiblen Organ sind von einigem Interesse, weil sie sich bestimmt schon vor dem Krümmungseintritte an der Stelle der Reizperception einstellen. Selbstverständlich ist auch hierdurch ein näheres Verständniss der geotropischen Reizperception nicht gewonnen, und Noll[5]) hat mich offenbar missverstanden, wenn er meint, dass ich in diesen chemischen Veränderungen den Perceptionsvorgang zu erblicken glaube. Dass diese chemischen Veränderungen sich in der ganzen Wurzelspitze gleichmässig zeigen, ohne Bevorzugung einer oder der anderen Flanke, spricht durchaus nicht gegen ihren Zusammenhang mit der geotropischen Reizperception. Wenn sich auch die geotropische Reaction in einem Antagonismus zwischen Ober- und Unterseite (äusserlich!) äussert, so kann es doch eine ganze Anzahl von anderen Reactions- wie Perceptionsvorgängen geben, welche in beiden Wurzelflanken ganz gleichartig ablaufen, gleichwie verschiedene Maschinentheile trotz verschiedener Bewegung und Function sich gleichmässig erhitzen können, oder andere Veränderungen erleiden.

---

1) G. Haberlandt, Berichte der Deutsch. Bot. Ges. Bd. **18**, S. 261 (1900).
2) Heine, Berichte der Deutsch. Bot. Ges. Bd. **3**, S. 190 (1885).
3) B. Němec, Jahrb. für wiss. Bot. Bd. **36**, S. 70 (1901) u. ff.
4) F. Czapek, Berichte der Deutsch. Bot. Ges. Bd. **15**, S. 516 (1897) und Jahrb. für wiss. Bot. Bd. **32**, S. 208 (1898).
5) F. Noll, Jahrb. für wiss. Bot. Bd. **34**, S. 485 (1900).

Es lässt sich, wie zu ersehen, heute noch den Vorgängen der Reizperception in der einzelnen Zelle ein recht geringes Verständniss abgewinnen, wenn wir auch im Sinne mehrerer Autoren der jüngsten Zeit die Annahme zulassen wollen, dass passive Lageveränderungen von gewissen Inhaltskörpern mit dem Processe der Schwerkraftwahrnehmung in irgend einem Zusammenhange stehen. Als dasjenige Organ im Cytoplasma, in welchem die Reizaufnahme höchst wahrscheinlich stattfindet, möchte ich conform mit NOLL[1]) die ruhende Hautschichte des Protoplasten betrachten, eine Anschauung, welche auch durch die neueren Arbeiten über geotropische Reizwahrnehmung nichts von ihrer Bedeutung eingebüsst hat.

Der geotropische Perceptionsvorgang theilt aber mit allen anderen physiologischen Processen in vielzelligen Organen die Eigenschaft, dass er nicht nur eine Function der Einzelzellen darstellt, sondern auch eine Function des Gewebeverbandes, indem alle sensiblen Zellen in innigstem Contact mit einander cooperiren, in Reaction, wie in Perception. A priori kann man sich ein solches Zusammenwirken der sensiblen Zellen bei der Reizperception in doppelter Weise vorstellen: erstens verbunden mit einer weiteren directen Schwerewirkung (Gewichtswirkung bei auf einander gelagerten Zellcomplexen) und zweitens ohne das Hinzutreten von Wirkungen, die durch solche Schwerkrafteinflüsse zu Stande kommen.

Ich habe in einer früheren Arbeit[2]) ausführlich die Möglichkeiten erwogen, die sich an eine gegenseitige Beeinflussung von Zellreihen durch ihr Gewicht knüpfen, doch ohne diesen Momenten ausschliesslich eine massgebende Bedeutung beilegen zu wollen, und ohne die geotropische Sensibilität der Einzelzellen in ihrer thatsächlichen Wichtigkeit zu vergessen. Auch war es gar nicht meine Absicht irgend ein Moment auf Kosten der anderen ungebührlich in den Vordergrund zu rücken und etwa eine „neue Theorie“ für den Geotropismus aufzustellen. Gegenüber einer eingehenden kritischen Erörterung, welche ein Theil dieser Arbeit durch NOLL erfahren hat, kann ich nur sagen, dass die Hauptschwierigkeiten des geotropischen Problems dieselben sind, ob man nun den Einzelzellen oder den Geweben eine Ausschlag gebende Bedeutung bei der Perception zuschreibt — eine Bedeutung, die thatsächlich beiden zukommt.

Ein Gewichtseinfluss von darüber liegenden Zellen auf darunter liegende kann nun in sehr verschiedener Weise zu Stande kommen. Sowohl die ganzen Zellen mit ihren Häuten können einen Druck nach unten ausüben, wie eine jede andere Masse unter dem Einflusse

1) F. NOLL, Arbeiten des Bot. Inst. in Würzburg. Bd. **3**, S. 532 (1888) und Naturwiss. Rundschau 1888, S. 43.

2) Weitere Beiträge zur Kenntniss der geotropischen Reizbewegungen. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. **32**, S. 175—308 (1898).

der Schwere. In Fällen, in denen der Druck nach unten etwa durch eine Spannung der jeweilig unteren Zellwände äquilibrirt erscheint, kann aber das Gewicht von Protoplasmatheilen durch die Communication der Plasmaverbindungen hindurch einen Einfluss auf die darunter liegenden Zellen ausüben. Es besteht überhaupt eine ganze Reihe von solchen Möglichkeiten. Dasjenige, was ich bei früheren Gelegenheiten als „Radialdruck" zusammengefasst habe, ist also durchaus kein einheitlicher Factor, und kann nur als eine Bezeichnung für verschiedene, doch bestimmt gerichtete Schwerewirkungen im sensiblen Organ angesehen werden. Deshalb trifft auch jener Versuch NOLL'S, in welchem er den „Radialdruck" durch künstliche Belastung zu ersetzen suchte, nicht den Kern der Sache, und ich halte es überhaupt für unmöglich, die verschiedenen Schwerewirkungen, welche im sensiblen Gewebe eine Rolle spielen, durch irgend ein künstliches Mittel zu ersetzen.

Wenn solche Schwerewirkungen im Gewebeverbande bei der geotropischen Reizperception auch eingehende Berücksichtigung bei der Beurtheilung der ganzen Sachlage verdienen, so können doch solche Beeinflussungen der Zellen unter einander nicht die einzigen sein, die eine Rolle spielen, und jede Veränderung, die sich in der einzelnen für sich percipirenden Zelle vollzieht, muss nothwendiger Weise in den Nachbarzellen durch Fortpflanzung von Reizen neue Veränderungen hervorrufen, wie es allgemein bei der Ausübung von Functionen durch Zellen im Gewebeverbande der Fall ist.

Wie allgemein zugegeben wird, unterscheidet sich der sichtbare anatomische Aufbau der plagiogeotropischen Seitenwurzeln in keiner Hinsicht von dem Baue der orthogeotropischen Hauptwurzeln. Beide sind vollständig radiär construirte Organe, und insbesondere ist in der Structur der Wurzelspitze zwischen Haupt- und Nebenwurzeln nicht der geringste Unterschied zu constatiren. Auch hat in neuester Zeit NĚMEC sicherstellen können, dass die Stärke enthaltenden Zellen der Wurzelhaubencolumella, welche er für den Sitz der geotropischen Reizperception ansieht, bei Haupt- und Nebenwurzeln in ganz gleicher Weise beschaffen sind; natürlich lagern sich die Stärkekörner in der Ruhestellung des Organs bei plagiotropen Wurzeln an die untere Längswand an, während sie bei den orthotropen Wurzeln die untere Querwand tangiren. Ich hob die Wichtigkeit der völligen Identität des reizaufnehmenden Apparates bei ortho- und plagiotropen Wurzeln schon bei früherer Gelegenheit hervor[1]): „Hier wird besonders klar gezeigt, dass es nicht auf die Structur des perceptiv thätigen Organs ankommt, wenn als Reactionseffect eine orthotrope und plagiotrope Stellung resultirt." Auch NĚMEC muss zugeben,

1) Weitere Beiträge, S. 235 (1898).

dass sein „Perceptionsapparat“ bei Haupt- und Nebenwurzeln gleich beschaffen ist. Auf einem anderen Standpunkte steht jedoch in dieser Hinsicht NOLL[1]), welcher bei verschiedenen Gelegenheiten scharf hervorgehoben hat, dass man bei orthotropen und plagiotropen Organen eine Verschiedenheit im Zustande des reizempfangenden Apparates annehmen müsse. Ich habe in meinen „weiteren Beiträgen“[2]) NOLL gegenüber die Anschauung vertreten, dass bei dem geotropischen Stimmungswechsel plagiotroper Organe und ihrer Verwandlung in temporär oder dauernd orthogeotropische Organe der alterirte Theil des Reizvorganges nicht die Reizperception selbst sei, sondern der Umsetzungsvorgang zwischen Perception und Reaction. NOLL hat in seiner kritischen Besprechung meiner Arbeit jedoch nochmals seine differente Auffassung betont.

Dass der anatomische Sitz solcher Reizstimmungsänderungen nur in der Wurzelspitze gelegen sein kann, habe ich wenigstens für einen Fall (für die Umstimmung des Seitenwurzelgeotropismus durch Licht) sicher zeigen können, indem es gelingt, die Seitenwurzeln durch Aufsetzen von Stanniolkäppchen für den Lichteinfluss unempfindlich zu machen[3]).

Bei einer objectiven Erörterung dieser Fragen kommt es vor allem darauf an, was man unter Reizperception versteht, und als „reizempfangenden Apparat“ auffasst. Nimmt man mit NOLL centrosphärenartige Structuren oder mit NĚMEC Stärkekörner enthaltende sensible Zellen als anatomisches Substrat für die Reizperception an, so ist es wohl ausgeschlossen von einer „Aenderung des reizempfänglichen Apparates“ durch umstimmend wirkende Factoren zu sprechen, da ein solches „Sinnesorgan“ eine stabile unveränderliche Einrichtung darstellt, wie etwa ein thierisches Auge oder Gehörorgan.

Desgleichen, wenn (wie ich glauben möchte) keine speciell ausdifferenzirte geotropische Einrichtung, sondern eine Wirkung der in jeder Zelle vorhandenen specifisch schwereren Inhaltskörper die Schwerkraftwahrnehmung vermitteln sollte.

Die Wirkung aller dieser Apparate auf die geotropisch sensible Hautschicht des Protoplasma's der reizaufnehmenden Zellen kann daher nicht geändert werden. Die Aenderung kann also nur von diesen Processen erst ausgelöste Vorgänge betreffen, und der Grad der Abhängigkeit dieser Umstimmung von den ersten Vorgängen der Reizperception lässt sich heute noch gar nicht bestimmen. Wenn

1) F. NOLL, Heterogene Induction 1892, S. 26. Sinnesleben der Pflanzen 1897, S. 85, und Jahrb. für wiss. Bot. Bd. 34, S. 492 (1900).

2) l. c., S. 235, 246, 294.

3) Richtungsursachen der Seitenwurzeln. Sitzungsber. der Wiener Akademie 1895, S. 50.

ich die Worte gebrauchte: „Es spricht manches dafür, dass in allen diesen Fällen die Veränderung einsetzt im Uebertragungsmechanismus zwischen sensibler und motorischer Sphäre, also in dem Theile des Reflexapparates, welcher als Reflexcentrum angesehen werden muss" (l. c. S. 294), so hatte ich nichts anderes als den eben ausgesprochenen Gedanken im Sinne und sah mich gezwungen, gegenüber NOLL's[1]) „geotropischer Maschine", welche für Plagiotropie und Orthotropie eine gänzlich verschiedene Aufnahmsvorrichtung verlangt, dies scharf zu betonen. Wenn NOLL unter die „Aenderungen im massgebenden Zustand des reizempfänglichen Apparates", die bei Umstimmungen unterlaufen, auch ausgelöste Aenderungen im Protoplasma derjenigen Zellen, welche den supponirten centrosphärenartigen Apparat enthalten, subsumirt (er äussert sich in seiner letzten Arbeit hierüber nicht), so träfe ein solcher Standpunkt vollkommen mit meiner Auffassung zusammen, würde sich jedoch nicht identificiren lassen mit den in der „Heterogenen Induction" von dem genannten Forscher niedergelegten Ansichten.

Uebrigens ist es nicht nur bei höheren Thieren, sondern auch bei den niedrig organisirten Lebewesen eine allgemein verbreitete Erscheinung, dass erst Correlationen zwischen der Erregung des reizpercipirenden Sinnesorganes und den übrigen Zuständen des Organismus eine Variation der ausgelösten Reflexbewegungen, d. h. Umstimmungen vermitteln, so dass nicht etwa Alterationen des reizempfänglichen Apparates selbst die Reizstimmung ändern. Natürlich können sich alle diese Vorgänge in einer und derselben geotropisch sensiblen Zelle vollziehen, wie es z. B. in *Phycomyces*-Fruchtträgern geschehen muss. Ich möchte aber auch für die sensiblen Wurzelspitzenzellen annehmen, dass sie nicht nur den geotropischen Reiz percipiren, sondern auch die Umsetzungen in den motorischen Vorgang besorgen. Nach allem steht wohl kaum etwas der Annahme im Wege, dass bei orthogeotropischen und plagiogeotropischen Wurzeln die ersten Vorgänge der Reizperception dieselben sein dürften.

Bei der physiologischen Beurtheilung, ob in einem Organe unter den gegebenen Verhältnissen eine geotropische Reizperception stattgefunden hat, sind wir einzig und allein auf das Kriterium einer einige Zeit nachher eintretenden geotropischen Krümmung, der Reizreaction, angewiesen. Wir dürfen natürlich niemals umgekehrt aus dem Ausbleiben einer Reizkrümmung auf ein Unterbliebensein der Reizperception schliessen, ein Satz, den ich durch zahlreiche experimentelle Erfahrungen in meinen Arbeiten über Geotropismus immer wieder illustriren konnte. Von besonderer Bedeutung ist dieser Punkt bei der Beurtheilung der normalen geotropischen Gleichge-

1) Heterogene Induction (1892), S. 19 ff.

wichtslage Während NOLL[1]) auf Grund seiner theoretischen Ueberlegungen daran festhält, dass die Ruhelage eines geotropisch sensiblen Organs eine „reizlose Stellung" ist, hat PFEFFER[2]) mit Recht hervorgehoben, dass eine Reizwirkung der Schwerkraft auch in der geotropischen Ruhelage vorhanden sein müsse, weil nach Aufhören des geotropischen Reizes eine gekrümmte Wurzel auf dem Klinostaten alsbald ihre Krümmung ausgleicht.

Gegenüber NOLL möchte ich hervorheben, dass ich mich nicht nur im Wort auf dem Standpunkte PFEFFER's befinde, und dass ich meine Auffassung in den „weiteren Beiträgen", S. 195, klar dahin präcisirt habe, dass die geotropische Gleichgewichtslage einem bestimmten, durch den Schwerkrafteinfluss ausgelösten Zustande des Organs (Geotonus) entspricht, und das Organ nach einer Ablenkung aus der Ruhelage in selbstregulatorischer Weise auf dem kürzesten Wege in diese Ruhelage zurückzukehren strebt. Dabei kann man wohl, um unnöthige neue Ausdrücke zu vermeiden, dem gewöhnlichen älteren Sprachgebrauche folgen und von „Aufhören der geotropischen Reizung", „ungereizter Wurzel" etc. sprechen, weil man dabei unter Reiz nur Krümmungsreiz versteht. Allerdings würde es sich empfehlen den letzteren Terminus regelmässig zu gebrauchen, um missverständliche Auffassungen der geotropischen Ruhelage auszuschliessen. Es sei daran erinnert, dass die invers verticale Stellung für ortho- und plagiogeotropische Wurzeln von der normalen Ruhelage nicht unterscheidbar ist und ebenso wie diese keine Krümmung auslöst. Es kann demnach der Geotonus dieser Stellungen sich vom Geotonus der Ruhelage nicht unterscheiden, eine Erfahrung, welche noch weiterhin bei der Erforschung der geotropischen Erscheinungen ihre grosse Tragweite erweisen dürfte.

Wie bekannt, vergeht zwischen Beginn einer geotropischen Reizung und dem Anfange des Krümmens der Wurzel eine gewisse Zeit, welche ich für eine Reihe von Objecten bestimmt habe: sie beträgt bei gewöhnlicher Zimmertemperatur für die empfindlichsten Objecte, wie *Phycomyces nitens*, mindestens 20 Minuten, für wenig empfindliche Objecte auch mehrere Stunden, Meist schwankt sie von 20—60 Minuten. Diese Zeit, welche ich conform dem Vorgehen der Thierphysiologie als Reactionszeit bezeichnet habe, wird am genauesten durch mikroskopische Beobachtung bestimmt. Sie ist bei demselben Organ abhängig 1. von der Temperatur, 2. von der Grösse der einwirkenden Kraft, 3. vom Neigungswinkel des Organs zur Kraftrichtung.

1) F. NOLL, Heterogene Induction, S. 17. Sinnesleben, S. 83. Jahrb. für wiss. Bot. Bd. **34**, S. 487 (1900).

2) W. PFEFFER, Reizbarkeit der Pflanzen 1893, S. 19 des Sep.

Es lässt sich aber feststellen, dass geotropisch reizbare Organe, welche man eine gewisse Zeit hindurch gereizt und noch vor Ablauf der Reactionszeit auf den Klinostaten gebracht hat, durch den Eintritt einer geotropischen Krümmung documentiren, dass bereits in ihnen ein geotropischer Krümmungsreiz ausgelöst worden ist, d. h. dass in ihnen geotropische Perception stattgefunden hat. Die minimale Reizungsdauer, welche unter solchen Verhältnissen ausreicht, um eine eben merkliche Nachkrümmung auf dem Klinostaten hervorzurufen, beträgt in der Regel 15—25 Minuten, ist also stets erheblich kleiner als die Reactionszeit. Dies ist das einzige Mass, welches wir besitzen, um die Zeitdauer zu beurtheilen, welche ein geotropischer Reiz währen muss, damit geotropische Perception zu Stande kommt. Ich habe diese Zeit nach dem Beispiele der Thierphysiologie Präsentationszeit für den geotropischen Reiz benannt. Sie ist zu definiren als diejenige Reizungsdauer, welche eben noch Reizreactionen hervorrufen kann. Dieser rein praktische Zeitbegriff ist vollkommen unanfechtbar und setzt nicht etwa, wie NOLL[1]) sagt, ein Fehlen der Perception während der Präsentationszeit voraus. Wohl aber giebt er das kleinste Zeitmass an, für welches noch Perception durch das Reagens der Reizkrümmung nachweisbar ist.

Von Bedeutung hat sich der Begriff der Präsentationszeit bei der Beurtheilung jener Vorgänge erwiesen, welche bei der Rotation geotropisch sensibler Organe auf dem Klinostaten parallel der Organachse stattfinden. Ich habe dargelegt (Weitere Beiträge, S. 188), dass bei hinreichend kurzer Umdrehungsdauer des Apparates das rotirende Organ so rasch seine Flankenorientirung wechselt, dass keine Reizperception zu Stande kommen kann. NOLL[2]) hat aber mit Recht betont, dass bei längerer Dauer des Versuches auch die Wirkung kurzer, intermittirender Schwerkraftreize sich äussern müsse. Ich möchte hierzu nur bemerken, dass sich diese Wirkungen intermittirender Reizung erst nach längerer Zeit äussern können, wie ja auch in den Versuchen NOLL's selbst der Reizerfolg erst nach 2—3 Stunden erzielbar war. Jedenfalls ist nicht nur während der ersten Umdrehung der Klinostatenachse eine Wirkung intermittirender Reize ausgeschlossen, sondern eine solche tritt erst spät und allmählich ein. NOLL macht für seine Klinostatentheorie auch das von ELFVING[3]) zuerst festgestellte Längenwachsthum von Grasknoten während ihrer Rotation auf dem Klinostaten geltend und erklärt dies ebenfalls durch intermittirende geotropische Reizung während der Drehung des

1) Ueber Geotropismus (1900), S. 461.
2) Ueber Geotropismus (1900), S. 461.
3) FR. ELFVING, Beitrag zur Kenntniss der Einwirkung der Schwerkraft. Acta Soc. Fenn. **12** (1880).

Klinostaten. An und für sich liesse sich gegen diese Auffassung nichts einwenden. Doch halte ich die Thatsache, dass Wurzeln und Sprosse auf dem Klinostaten keine messbare Alteration ihres Längenwachsthums[1]) auf dem Klinostaten zeigen, für ein gewichtiges Argument gegen die Annahme einer einseitigen Geltung der Auffassung von NOLL über das Verhalten geotropisch reizbarer Organe auf dem Klinostaten. Wenigstens sehe ich keinen Grund, weshalb Wurzeln oder Sprosse, vorausgesetzt, dass NOLL's Klinostatentheorie allein richtig ist, nicht auch eine Steigerung ihres Längenwachsthums, wie die Grasknoten, zeigen sollen.

Wenn man annimmt, dass bei langem Aufenthalt auf dem Klinostaten doch auch eine Wirkung kurzer intermittirender Schwerkraftreize mit der Zeit zu Stande kommen dürfte, so frägt es sich weiter, warum die Wurzeln auch nicht vorübergehend geotropische Krümmungen auf dem Klinostaten zeigen, sondern geradlinig weiterwachsen, ohne dass ihre geotropische Reizung zum Ausdruck kommt. Dies beruht offenbar auf der Gegenwirkung des Autotropismus, welcher die sehr leichten geotropischen Krümmungen ausgleicht, bevor sie eine messbare Grösse erreichen.

Damit ist aber wohl auch zugleich gesagt, dass die intermittirende Schwerkraftreizung auf dem Klinostaten keineswegs die Hauptrolle beim Zustandekommen des zu beobachtenden Effectes spielt. Im Uebrigen möchte ich in diesen Fragen, wie auch in anderen wesentlichen Punkten, den Standpunkt NOLL's nicht als einen dem meinigen „völlig entgegengesetzten" betrachten, wenn auch einzelne Factoren hier und dort in ungleicher Weise bezüglich ihrer Bedeutung eingeschätzt werden. Sind doch bei allen Problemen, deren Bearbeitung bis zu einem höheren Grade gediehen ist, die Differenzen zwischen den einzelnen Beobachtern in der Regel kleiner als es den Anschein hat und beruhen zum grossen Theil nur auf einer verschiedenen subjectiven Würdigung der in Betracht kommenden Thatsachen und Einflüsse.

Im Allgemeinen müssen wir uns gestehen, dass unsere bisherigen Erfahrungen über die geotropische Reizperception bei Weitem nicht hinreichen, um uns einen Einblick in das geotropische Problem zu gestatten. Speciell möchte ich darauf hinweisen, dass die Lage der optimalen Reizwirkung, die geotropische Gleichgewichtsstellung der orthogeotropischen und plagiogeotropischen Organe durch keinen der bisher unternommenen Erklärungsversuche in befriedigender Weise zur Darstellung kommt. Die in neuester Zeit besonders hervorgehobenen geotropischen Apparate im Innern der sensiblen Zellen

1) FR. SCHWARZ, Untersuch. aus dem Bot. Instit. zu Tübingen. Bd. 1, S. 63 ff. (1881.)

sind, wie die Auseinandersetzungen HABERLANDT's[1]) zeigen, in ihrer Wirkung ebenso schwer verständlich, wie die früher in's Auge gefassten Möglichkeiten. Setzt man z. B. an Stelle der von mir näher ausgeführten Radialdruckhypothese die neuere Otolithenhypothese, so hat man eine an verschiedenen Punkten der Plasmahautschicht differente geotropische Sensibilität anzunehmen (HABERLANDT l. c.), und kann in letzter Linie z. B. die Differenz des Verhaltens von plagiotropen Seitenwurzeln oder Seitenästen in gleicher Winkeldistanz oberhalb und unterhalb der horizontalen Lage ebenso wenig ungezwungen verstehen, wie durch die Radialdruckhypothese, da in beiden Fällen symmetrische gleiche Veränderungen angenommen werden müssen. Meine Meinung geht dahin, dass es besonders die nähere Kenntniss vom Seitenwurzelgeotropismus sein dürfte, welche uns in der Lösung des so interessanten geotropischen Problems einige Schritte weiter bringen wird.

---

## 5. F. Czapek: Zur Kenntniss der Stickstoffversorgung und Eiweissbildung bei Aspergillus niger[2]).

Eingegangen am 25. September 1901.

Die Schimmelpilze, darunter besonders auch *Aspergillus niger*, sind im Hinblick auf ihre Versorgung mit Stickstoff sehr häufig einer eingehenden Untersuchung unterzogen worden, so dass wir wissen, dass eine ausserordentlich grosse Zahl verschiedener organischer und anorganischer Stickstoffverbindungen im Stande ist *Aspergillus* mit Stickstoffnahrung zu versorgen[3]). Doch liessen sich, wie noch die letzte Zusammenstellung in PFEFFER's[4]) Handbuch lehrt, kaum irgend welche Beziehungen zwischen der chemischen Constitution der dargereichten Stickstoffnahrung und dem Nährwerthe sicher stellen.

1) G. HABERLANDT, Berichte der Deutschen Bot. Ges. Bd. **18**, S 271 (1900).

2) Ausgeführt mit Unterstützung der Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Litteratur in Böhmen.

3) Hauptsächliche Litteratur: C. NÄGELI, Untersuch. über die niederen Pilze, S. 1 ff. (1882). J. REINKE, Untersuch. aus dem botan. Instit. zu Göttingen, III, S. 37 (1888). W. PFEFFER, Jahrb. für wissensch. Bot., Bd. **28**, S. 206 (1895) und Pflanzenphysiologie, II. Aufl., Bd. 1, S. 398 (1897) und die hier citirte Litteratur. Aus der neuesten Litteratur ist besonders zu nennen: L. LUTZ, Annal. des sc. nat. Bot. **(8) 7**, S. 1 (1899).

4) W. PFEFFER, Pflanzenphysiologie 1897, l. c.

Immerhin sind, wie PFEFFER besonders hervorhebt, die Pilze geradezu prädestinirt, um uns eine Reihe wichtiger Aufklärungen über den Zusammenhang von Stickstoffnahrung und Eiweissbildung zu verschaffen.

Bei meinen Untersuchungen ging ich zunächst von dem Gedanken aus, die bedeutsamen Fortschritte auf dem Gebiete der Eiweisschemie, welche wir vor allem den Schulen W. KÜHNE's, F. HOFMEISTER's und A. KOSSEL's verdanken, für die Ernährungsphysiologie der Pilze mehr nutzbar zu machen, als es bisher geschehen ist. Heute besitzen wir so weit Einblick in den Bau des Eiweissmoleküls, dass wir annehmen können, ein einfach gebauter Eiweissstoff lasse sich zunächst in eine Reihe von einander durchgreifend verschiedener und auch verschieden complicirt gefügter Spaltungsstoffe zerlegen, die wir als Albumosen (die Complexe der Heteroalbumose, Protalbumose und Deuteroalbumose B$\alpha$) bezeichnen. Man spricht auch von einer Antigruppe, Hemigruppe und Kohlenhydratgruppe im Eiweissmolekül, den drei genannten Albumosencomplexen correspondirend. Der Complex der Heteroalbumose (Antigruppe) und der Complex der Protalbumose (Hemigruppe) gehen bei weiter schreitender Hydrolyse in eine Reihe von Deuteroalbumosen über, die sich weiter in Peptone spalten. Die Deuteroalbumose B$\alpha$, der Kohlenhydratcomplex des Eiweissmoleküls, geht direct in ein Pepton über. Die Peptone sind bisher noch sehr wenig bekannte Substanzen, welche unter dem gemeinsamen Merkmal zusammengefasst werden, dass sie nicht mehr aussalzbar sind, aber noch die Biuretreaction geben. Die Endproducte der Eiweisshydrolyse bilden eine Reihe von Aminosäuren und diesen nahestehenden Substanzen. Deuteroalbumose B$\alpha$ liefert viel Glycosamin, welches unter den Spaltungsproducten der Anti- und Hemigruppe ganz fehlt. Die Antigruppe (Heteroalbumose) liefert viel Diaminosäuren, viel Leucin, Glycocoll, Phenylalanin, Cystin. Die Hemigruppe enthält die Hauptmenge der aromatischen Gruppen im Eiweiss, als Tyrosin, Skatolaminoessigsäure, die Tryptophangruppe, aber kein Glycocoll und Leucin; wohl aber Asparagin- und Glutaminsäure. Es giebt auch native Eiweisssubstanzen, welche vorwiegend oder fast ausschliesslich die Antigruppe enthalten, wie der Thierleim, oder die Hemigruppe, wie das Milchcaseïn dargestellt nach HAMMARSTEN.

Diese Eiweissspaltungsproducte sind als Nährstoffe, wie vorauszusehen, durchaus nicht physiologisch gleichwerthig. Nach Untersuchungen der jüngsten Zeit aus dem Laboratorium HOFMEISTER's vermag der Säugethierorganismus zwar aus dargereichter Protalbumose Eiweiss zu restituiren, nicht aber aus Heteroalbumose. Voraussichtlich werden auch die verschiedenen Peptone für die Ernährung der höheren Thiere sich sehr ungleichwerthig erweisen. Es dürfte ferner Organismen geben, welche wohl sämmtliche rein dargestellten

Albumosen zu Eiweiss restituiren können, die aber nicht im Stande sind alle Peptone zu Eiweiss zu condensiren.

So weit meine Erfahrungen reichen, verarbeitet *Aspergillus niger* sowohl „Antistoffe“ wie Heteroalbumose, thierischen Leim, als „Hemistoffe“, wie Protalbumose; Milchcaseïn (peptonisirt) mit gleicher Leichtigkeit zu completem Eiweiss; auch bezüglich der Peptone liess sich bisher keine Differenz sicherstellen, soweit sich überhaupt heute mit getrennten Peptonen arbeiten lässt. Weitere Erforschung dieses überaus anziehenden Gebietes wird voraussichtlich, besonders auf thierphysiologischem Territorium, sehr wichtige Thatsachen zu Tage fördern.

*Aspergillus niger* ist, soweit meine jetzigen Erfahrungen reichen, gleich gut befähigt zur Stickstoffversorgung mit sämmtlichen untersuchten Albumosen und Peptonen.

Es giebt nun gewiss auch auf pflanzlichem Gebiete Organismen, welche sich von Peptonen und Albumosen ausgezeichnet mit Stickstoff versorgen lassen, von den weiteren Spaltungsproducten des Eiweiss, den verschiedenen Aminosäuren hingegen nur viel schlechter oder gar nicht. (BEYERINCK's Peptonorganismen[1]). Hierher zählt eine Reihe von Bacterien und wahrscheinlich auch manche Pilze. *Aspergillus niger* verarbeitet aber älteren und neueren Feststellungen zufolge auch alle Endproducte der Eiweisshydrolyse sehr erfolgreich zu Eiweiss, kann also aus Aminosäuren Peptone synthetisiren, aus diesen Albumosen aufbauen und diese weiter zu Eiweiss condensiren.

Es entsteht aber weiter die Frage: Wenn schon *Aspergillus niger* aus Aminosäuren Pepton synthetisiren kann, vermag dieser Pilz auch darüber hinauszugehen und Aminosäuren aus andersartigem Stickstoffnahrungsmaterial zu construiren? Die vorliegenden Thatsachen bestätigen wirklich, dass *Aspergillus* auch zur Synthese von Aminosäuren befähigt sein muss, weil er aus anorganischen und organischen Ammoniaksalzen, aus Kaliumnitrat, aus Säureamiden, wie Acetamid, aus Säurenitrilen, wie Mandelsäurenitril, ferner auch aus verschiedenen Alkylaminen (Methylamin, Pentamethylendiamin u. a) sich ernähren lässt (günstige Kohlenstoffquellen vorausgesetzt), somit aus allen diesen Stoffen Eiweiss aufbaut. Die Aminosäurensynthese muss aber nach unseren heutigen biochemischen Erfahrungen als nothwendige Zwischenstufe zur Eiweissbildung betrachtet werden, sobald sich ein Organismus von Ammoniak-N, Nitril-N, Nitrat-N ernähren kann.

Alle Pepton- und Amidorganismen im Sinne BEYERINCK's sind jedoch unter natürlichen Verhältnissen Parasiten oder Saprophyten.

1) BEYERINCK, Botan. Ztg., 1890, S. 731, Anmerkung; ferner PFEFFER, Pflanzenphysiologie 1897, Bd. I. S. 395.

denen wesentlich Eiweissspaltungsproducte verschiedener Zusammensetzung als Stickstoffquelle dienen. Sie dürfen also als Organismen angesehen werden, welche einer Ernährung mit Eiweissspaltungsproducten mehr oder weniger streng angepasst sind. Solche Organismen sind auch die saprophytisch lebenden Schimmelpilze.

Diese Erwägungen, im Vereine mit theoretisch biochemischen Ueberlegungen, führten mich dazu, zu untersuchen, in wie weit es für *Aspergillus niger* thatsächlich gleichgültig ist, ob er zur Stickstoffnahrung die als ausgezeichnete Nährstoffe bekannten Aminosäuren erhält, oder andere nährende Stickstoffverbindungen, und ob die Aminosäuren für *Aspergillus* eine hervorragende Bedeutung haben.

Solche Untersuchungen müssen quantitativ angestellt sein, was ja bei dem rasch wachsenden *Aspergillus* mit seinen hohen Erntegewichten leicht erreicht werden kann, und die Methodik muss bestrebt sein, wirklich streng vergleichbare Versuche in grösserer Anzahl zu ermöglichen. Auf die Erörterung der angewendeten Methoden gehe ich hier, in dieser vorläufigen Mittheilung, nicht näher ein, indem sie in der im Erscheinen begriffenen Reihe meiner „Untersuchungen über Stickstoffnahrung etc.“ in HOFMEISTER's Beiträgen, Bd. I, ausführlich gegeben wird. Hier sei nur erwähnt, dass sich bei exactem Arbeiten zwischen gleichartigen Versuchen nur Differenzen finden, die häufig bis an die Fehlergrenze chemisch analytischer Arbeiten herabreichen, und es thatsächlich möglich ist, quantitative Differenzen bei verschiedener Stickstoffnahrung als Kriterium für die Tauglichkeit der dargereichten Substanz hinzunehmen. Es wurde ferner eruirt, dass bei annähernd normalem Wachsthum des Pilzes das Verhältniss Trockenerntegewicht : Gesammt-N, ferner das Verhältniss Gesammt-N : Proteïn-N ein constantes ist, so dass wir aus den Trockensubstanzzahlen einen directen Rückschluss auf die Menge des Gesammt-N und Proteïn-N ziehen können. Da wir durch die Arbeiten des Strassburger physiologisch-chemischen Institutes in den Stand gesetzt sind, den Eiweiss-N in seinen verschiedenen Bindungsformen (Amid-N, Diamino-N, Monamino-N) quantitativ zu bestimmen, so unternahm ich es auch diese Bestimmungen für *Aspergillus niger* unter verschiedener Stickstoffernährung vorzunehmen. Das Resultat war, dass sich die Zahlen für die drei N-Gruppen des Eiweiss in ihrem Verhältnisse zu einander nicht ändern. Die Gesammtproteïnzahl giebt uns somit auch an, wieviel N in Form der genannten drei Bindungen in dem Pilzgewichte enthalten ist. Damit hängt es zusammen, dass die Trockengewichtszahl nicht nur ein Mass für die Eiweisssynthese (Gesammtproteïn) darstellt, sondern auch ein Mass für die Quantität der gebildeten Aminosäuren, falls wir eine Ernährung mit nicht-aminosäurenhaltiger N-Substanz durchführen.

Als erstes Resultat dieser Untersuchungen stellte es sich heraus,

dass für *Aspergillus* trotz seiner Befähigung zur Synthese von Aminosäuren, fertige Aminosäuren weitaus die beste Stickstoffnahrung darstellen. Er erweist sich durch rasches Wachsthum und schöne Entwickelung ungemein dankbar, wenn man ihm die Arbeit der Synthese von Aminosäuren erspart. Hingegen ist es für *Aspergillus* fast gleichgültig, welche Aminosäure man ihm darreicht

Er gedeiht auf Aminoessigsäure, Aminopropionsäure, Aminobuttersäure, Aminovaleriansäure, Aminocapronsäure (unter Zuckerzufuhr) gleich ausgezeichnet, und vermag augenscheinlich aus irgend einer dargereichten Aminosäure gleich gut Pepton aufzubauen, wie ein Peptonorganismus aus beliebigen Peptonen und Albumosen Eiweiss construirt. Die Hauptschwierigkeit bei der Versorgung mit N liegt bei *Aspergillus* offenbar in der Synthese von Aminosäuren, d. h. in der Construction der Gruppe $CH . NH_2$ mit schwerabspaltbarem N.

Diese Bevorzugung des Aminosäurenstickstoffs durch *Aspergillus* tritt prägnant hervor, wenn man die verschiedenen stickstoffhaltigen Derivate der Fettsäuren hinsichtlich ihrer Nährwirkung in sonst genau gleichen Versuchen mit einander vergleicht. In 50 *ccm* Nährlösung, welche 3 pCt. Rohrzucker und 1 pCt. der Stickstoffnahrung enthielt, bildete *Aspergillus* in dreiwöchentlicher Cultur bei 28° C. folgende Trockensubstanzmengen.

1. Die grössten Erntegewichtszahlen bildet er auf den Aminosäuren (500 bis über 600 *mg*) ohne Bevorzugung einer oder der anderen Aminosäure. Auch Diaminopropionsäure als Repräsentant der Diaminosäuren war in gleicher Weise günstig. Als Amid der Aminoameisensäure oder Carbaminsäure gehört auch Harnstoff hierher, der aber um die Hälfte schwächer wirkt als die übrigen Aminosäuren. Urethan oder Carbaminsäure-Aethylester wirkt gleich gut, wie Harnstoff.

2. Den Aminosäuren an Wirksamkeit zunächst stehend sind die Ammoniumsalze der Oxyfettsäuren, welche, wie das milchsaure und das oxybuttersaure Ammon, fast ebenso gut sind wie die Aminosäuren.

3. Bedeutend weniger wirksam sind die Säureamide, von welchen die Glieder mit höherem Kohlenstoffgehalt vom Butyramid angefangen, nicht mehr im Stande sind, *Aspergillus* mit N zu versorgen. Der einzige gute Nährstoff aus dieser Gruppe ist das Acetamid, welches in seiner einfachen Structur: $CO<^{CH_3}_{NH_2}$ dem Harnstoff, d h. den einfachsten Aminosäuren noch nahesteht. Man kann auch die gutnährende Carbaminsäure $CO<^{OH}_{NH_2}$ als Mittelding zwischen Säureamid und Aminosäure betrachten.

4. Die Säurenitrile nähren sämmtlich sehr schwach oder gar nicht. Das beste Nitril, Acetonitril, ergab nur bis 35 *mg* Pilzernte.

5. Die schlechtesten N-Quellen sind die Ammonsalze der Fettsäuren selbst.

Bei den zweibasigen Säuren, Bernsteinsäure und Glutarsäure, sind ebenfalls die Aminosäuren und die Oxysäuren (in Form der $NH_4$-Salze) die besten N-Quellen; daran reihen sich aber hier sofort die einfachen Dicarbonsäure-Ammoniumsalze (Ammon-Succinat und Glutarat); bedeutend schlechter sind die schwer löslichen Säureamide, unbrauchbar erwies sich das Bernsteinsäurenitril.

Damit war die Bedeutung der Ernährung von *Aspergillus niger* mit Aminosäuren für die Eiweisssynthese durch diesen Schimmelpilz erwiesen. Schreiben wir aber den Aminosäuren eine so hervorragende Rolle als Zwischenproducte bei der Eiweisssynthese zu, so können wir auch noch weiter gehen und sagen, dass von den nicht Aminosäure-N enthaltenden Substanzen gerade diejenigen voraussichtlich die beste Stickstoffnahrung darstellen dürften, welche leicht durch irgend welche Umsetzungen Aminosäuren, d. h. Stickstoff in der Bindung $CH.NH_2$ liefern können. Da *Aspergillus* zur Synthese von Aminosäuren relativ gut befähigt ist, so lassen sich auch diese interessanten, auf das bisher noch gänzlich unbekannte Gebiet der Synthese von Aminosäuren in der Pflanze bezüglichen Fragen bei diesem Schimmelpilz experimentell studiren.

Schon in den oben angeführten Versuchsresultaten ist die gute Wirkung der oxyfettsauren Ammonsalze gegenüber der minimalen Nährkraft der einfachen Fettsäureammoniumsalze hervorgehoben worden. Ammonglycolat ist weitaus besser als Ammonacetat; Ammonoxypropionat oder Lactat ist weitaus besser als Propionamid, Propionitril und Ammoniumpropionat u. s. f.

Treffliche Nährstoffe für *Aspergillus niger* findet man ferner in den Alkylaminen und Alkyldiaminen (unter gleichzeitiger Zuckerdarreichung), wie die Untersuchungen von NÄGELI, PASTEUR, L. LUTZ und meine eigenen Beobachtungen gezeigt haben. Gerade die Gruppe der Amine ist wohl dazu geeignet, um die hier aufgestellte Meinung, dass der Eiweisssynthese eine Aminosäuresynthese aus der dargereichten Stickstoffnahrung vorausgehe, zu begründen. Alle aliphatischen Monamine (Methyl-, Aethyl-, Propylamin etc.) mit niedrigerem C-Gehalt bis zum Heptylamin sind gute Stickstoffquellen. Die zwei- und dreifach methylirten Amine, sowie die Tetraalkylammoniumbasen stehen an Nährwerth nach. Auch die Salze des Phenylamin oder Anilin sind nach meinen Erfahrungen keineswegs schlechte N-Quellen (bis 150 *g* Erntegewicht). Noch bessere Nährstoffe sind zum Theil die Diamine: Aethylendiamin, Tri-, Tetra- und Pentamethylendiamin

in Form ihrer salzsauren Salze. Die Amine stehen nun in nahem Zusammenhang mit den Aminosäuren, wie auch auf physiologischem Gebiete durch ELLINGER's[1]) Beobachtungen erwiesen wurde, der zeigte, dass Bacterien dargereichte Diaminocapronsäure (Lysin) und Ornithin oder Diaminovaleriansäure verarbeiten unter Bildung von Pentamethylendiamin resp. Tetramethylendiamin unter Kohlensäureabspaltung:

Diaminovaleriansäure — Tetramethylendiamin

$$CH_2 \cdot NH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH \cdot NH_2 \cdot COOH = CO_2 + \begin{array}{l} CH_2 \cdot CH_2\,NH_2 \\ | \\ CH_2 \cdot CH_2\,NH_2 \end{array}$$

Diaminocapronsäure — Pentamethylendiamin

$$CH_2\,NH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH\,NH_2 \cdot COOH = CO_2 + CH_2 < \begin{array}{l} CH_2 \cdot CH_2\,NH_2 \\ CH_2 \cdot CH_2\,NH_2 \end{array}$$

Es liegt nahe, anzunehmen, dass bei der erfolgreichen Verarbeitung der Diamine durch *Aspergillus* die Synthese von Diaminosäuren als umgekehrter Process unter Kohlensäureaufnahme unterläuft. Alle Amine und Diamine können in dieser Weise in Aminosäuren übergehen. So giebt Trimethylendiamin Diaminobuttersäure, Aethylendiamin Diaminopropionsäure. Aus den Alkylaminen gehen analog Monaminosäuren hervor. Methylamin giebt Glykokoll, Aethylamin Alanin etc.

Auch für secundäre und tertiäre Amine dürften solche Uebergänge möglich sein, wenngleich schwieriger: wahrscheinlich sind sie deswegen schlechtere Stickstoffquellen.

Uebrigens beeinträchtigt auch bei den einfachen Aminosäuren Alkylirung öfters etwas die Nährwirkung. So ist Methylglykokoll oder Sarkosin schlechter als Glykokoll.

Scheint es also bei Alkylaminen und Alkyldiaminen relativ leicht, die Aminosäurensynthese als Vorläuferin der Eiweisssynthese bei *Aspergillus* sich chemisch verständlicher zu machen, so begegnen wir bei der Ernährung mit Ammoniakstickstoff, welche bei *Aspergillus* vielfach erfolgreich bewerkstelligt werden kann, schon viel grösseren Schwierigkeiten. Gehen wir die Reihen der organischen Ammoniaksalze hinsichtlich ihrer Nährwirkung durch, so können wir, wie ich durch zahlreiche Versuche gefunden habe, die Ergebnisse etwa in folgenden Sätzen ausdrücken

1. Sehr gute Nährwirkung entfalten die Ammonsalze der Oxyparaffinmono-Carbonsäuren (Glycolsäure, Milchsäure, Oxybuttersäure etc.); sehr schlecht wirken die Ammonsalze der Essigsäurereihe selbst, ohne Ausnahme, wie jene der Oelsäurereihe.

1) A. Ellinger, Berichte der chem. Gesellsch. Bd. **31**, III, S. 3183 (1898) und Bd. **32**, III, S. 3542 (1899). — Zeitschr. für physiol. Chemie. Bd. **29**, S. 334 (1900).

2. Sehr wirksam sind die Ammonsalze der Oxalsäurereihe (Oxalsäure. Malonsäure. Bernsteinsäure etc.), ferner die Ammonsalze der hiervon ableitbaren Oxy- und Dioxysäuren.

3. Gute N-Quellen sind endlich die Ammonsalze zahlreicher anderer hydroxylirter Säuren: Dioxymono-Carbonsäuren (Glycerinsäure), Oxytricarbonsäuren (Citronensäure). Auch Ketonsäuren, wie Brenztraubensäure. Lävulinsäure. haben gut nährende Ammonsalze.

Bei allen diesen Versuchen ist Versorgung des Pilzes mit Zucker vorausgesetzt, so dass das Ammonsalz nur die N-Nahrung zu verschaffen braucht. Trotzdem sind nicht alle organischen Ammonsalze. wie man sieht. wirksam.

Hierbei spielen wohl verschiedene Umstände eine Rolle. Wir haben als wirksamen Nährstoff natürlich in allen Fällen die freien $NH_4$-Ionen anzunehmen, welche als Material zur Synthese der Aminosäuren dienen. A priori dürfen wir auch erwarten, dass alle stark dissociirten Ammonsalze, deren Anionen oder Säurereste genügend rasch im Stoffwechsel verarbeitet werden und nicht mit ihrer Anhäufung durch Erzeugung einer schädlichen Menge von freien H-Ionen (d. h. durch Säurewirkung) oder auf andere Weise eine Noxe entfalten, gute Nährstoffe sein dürften. So wird es verständlich, dass die schwach dissociirten $NH_4$-Salze der Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure etc. schlechter wirken als die stark dissociirten $NH_4$-Salze der entsprechenden Oxysäuren: Glykolsäure, Milchsäure, Oxybuttersäuren etc., und die stark dissociirten $NH_4$-Salze der Dicarbonsäuren.

Zugleich trat aber allgemein in meinen Versuchen eine Begünstigung der Wirkung durch Hydroxylirung ein. Dies ist chemisch nicht unbegründet, weil die Oxysäuren als Alkoholsäuren viel reactionsfähigere Stoffe sind als die nicht hydroxylirten Säuren. So gehen die Oxysäuren unter Wasserabspaltung über in ungesättigte Säuren. z. B. $\beta$-Oxypropionsäure in Acrylsäure:

$$\begin{array}{c} CH_2\,OH \\ | \\ CH_2 \\ \\ COOH \end{array} \quad - H_2O = \quad \begin{array}{c} CH_2 \\ \| \\ CH \\ | \\ COOH \end{array}$$

Da aus ungesättigten Säuren durch Anlagerung von Ammoniak Aminosäuren hervorgehen, so könnte man sich in dieser Weise auch die Aminosäuresynthese bei Darreichung von Oxysäuren verständlich zu machen suchen, was noch experimentell zu prüfen bleibt. Andererseits kann man zwischen Oxymonocarbonsäuren und Dicarbonsäuren einen Zusammenhang finden, indem letztere aus ersteren durch Oxydation hervorgehen, z. B. Oxalsäure aus Glycolsäure, und umgekehrt durch Reduction Oxysäuren aus Dicarbonsäuren entstehen können.

In alle diese Verhältnisse spielen aber die bis heute noch gänz-

lich unbekannten Umsetzungen von ein- und zweibasischen Fettsäuren, Oxysäuren, ungesättigten Säuren und schliesslich der Zuckerarten so hinein, dass sich noch keine bestimmten biochemischen Vorstellungen über diese Processe bilden lassen.

Auch bei der Verwendung anorganischer Ammoniaksalze ist die Natur des Anions von grosser Bedeutung. Dies wird dadurch illustrirt, dass das Ammoniumnitrat, Ammoniumphosphat, Ammoniumsulfat (in absteigender Folge) wegen ihrer im Stoffwechsel mehr weniger stark consumirten Anionen ($NO_3$, $PO_4$, $SO_4$) viel bessere N-Quellen sind als das Chlorammonium, bei dem offenbar die in grösserer Menge unverbraucht zurückbleibenden Anionen eine Beeinträchtigung des Pilzwachsthums bewirken. Wie sich hier die Synthese der Aminosäuren vollzieht, aus den Rohmaterialien Ammoniak und Zucker, ist noch gänzlich unbekannt.

Aus dem sehr schlechten Erfolge, welchen die Darreichung von Säureamiden und Säurenitrilen als Stickstoffquelle im Allgemeinen hat, darf man schliessen, dass die Synthese von Aminosäuren aus Säureamiden oder Nitrilen bei *Aspergillus* grosse Schwierigkeiten zu überwinden hat. Ganz unmöglich ist sie aber nicht, wie das mässig gute Wachsthum von *Aspergillus niger* auf Propionamid, Acetonitril, Phenyl-Glykolsäurenitril u. a. derartigen Stoffen zeigt.

Vom rein chemischem Standpunkt aus wäre vielleicht die Frage aufzuwerfen, ob nicht bei der Verarbeitung von Säureamiden oder Nitrilen unter Wasseraufnahme zuvor Ammonium-Fettsäuresalze formirt werden und erst der $NH_4$-Stickstoff zur Verarbeitung kommt:

$$\text{z. B. Propionamid} \quad \begin{array}{c} CO \cdot NH_2 \\ \cdot \\ CH_2 \\ \cdot \\ CH_3 \end{array} + H_2O = \begin{array}{c} COO \cdot NH_4 \\ \cdot \\ C_2H_5 \end{array}$$

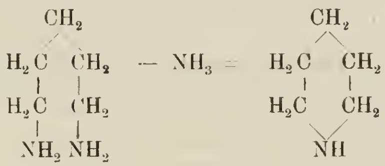
$$\text{Propionitril} \quad \begin{array}{c} CN \\ \cdot \\ C_2H_5 \end{array} + 2H_2O = \begin{array}{c} COO \cdot NH_4 \\ \cdot \\ C_2H_5 \end{array}$$

Diese Möglichkeit ist aber nach meinen experimentellen Erfahrungen zu verneinen, da es vorkommt, dass das Säureamid ein besserer Nährstoff ist als das entsprechende Ammoniaksalz (z. B. Propionamid besser als Ammoniumpropionat), und andererseits das Nitril wieder viel schlechter wirkt als das zugehörige Amid, z. B. Propionitril so gut wie gar nicht nährt im Gegensatze zum mässig gut nährenden Propionamid.

Ich möchte auch noch darauf aufmerksam machen, dass *Aspergillus niger* in einem gewissen Grade befähigt ist, auch die ringförmige Bindung in cyklischen Imiden zu lösen und seine N-Nahrung aus Substanzen wie Piperidin oder Pyridin zu gewinnen. Allerdings ist das Wachsthum hier nur sehr schwach, so dass man annehmen muss,

dass sich diese Ringsprengung nur schwierig vollzieht. Das Piperidin und Pyridin sind übrigens mit Diaminen in Zusammenhang zu bringen, indem man das Piperidin als cyklisches Imid des Pentamethylendiamins auffassen kann:

Pentamethylen-Diamin Piperidin




und das Piperidin als Hexahydropyridin zu betrachten ist, welches durch Oxydation Pyridin liefert.

Zu vermuthen ist, dass auch das mit dem Tetramethylen-Diamin zusammenhängende Pyrrolidin oder Tetrahydropyrrol wie das Pyrrol selbst von *Aspergillus* gesprengt werden kann. Eine gute Stickstoffnahrung geben aber gewiss alle diese Stoffe, wie auch die vielen hiervon ableitbaren Pflanzenalkaloide, wegen der Schwierigkeit der Ringsprengung, gewiss nicht ab. Ein Zusammenhang mit Aminen und Aminosäuren ist aber bei diesen Substanzen in physiologischer Hinsicht wohl zu beachten, und vieles deutet darauf hin, dass die Pyridinderivate im Pflanzenorganismus schliesslich aus Diaminen, die bei der Eiweissspaltung secundär entstehen, oder im Zusammenhang mit der Eiweisssynthese intermediär auftreten könnten, hervorgehen.

Gänzlich dunkel sind endlich die Processe, welche bei der Assimilation von Nitratstickstoff unterlaufen, und welche bei der Fixirung von elementarem Stickstoff eine Rolle spielen. Kaliumnitrat ist übrigens für *Aspergillus niger* nur eine mässig gute Stickstoffquelle; ich erhielt nur bis 160 *mg* Erntegewicht auf $KNO_3$ gegen 500—600 *mg* Ernte bei Ernährung mit Aminosäuren.

Da *Aspergillus* freien Stickstoff nicht fixirt, so lassen sich die einschlägigen Fragen über die Vorgänge bei der Assimilation elementaren Stickstoffes leider an unserem so günstigen Material nicht beantworten.

Die Fortsetzung meiner Studien wird lehren, in wie weit wir berechtigt sind, die von mir aufgestellte und nach den bisherigen biochemischen Erfahrungen plausible Meinung, dass der Eiweisssynthese eine Synthese von Aminosäuren vorausgehen muss, festzuhalten, und welche Fortschritte in ernährungsphysiologischer Hinsicht von einer solchen Auffassung zu erwarten sind.

## 6. L. Geisenheyner: Kleinere Mittheilungen.

Mit Tafel XXVI.

Eingegangen am 12. October 1901.

### 1. Einige Beobachtungen an Pfirsichbäumen.

In meinem Garten standen früher ein paar Pfirsichbäume, welche Früchte von vorzüglicher Beschaffenheit trugen, leider aber nach wenigen Jahren eingingen. Dafür wuchsen jedoch an den verschiedensten Stellen junge Pfirsichpflanzen. Da ich der Meinung war, sie würden keine wohlschmeckenden Früchte tragen, so wurden sie aber immer wieder ausgerissen. Eine jedoch war meinen Augen entgangen, und da sie in ihrer Verborgenheit schon etwas grösser geworden war, sie mir auch durch zwei in der Form abweichende Blätter auffiel, so pflanzte ich sie nach einer besseren Stelle, um abzuwarten, was für Früchte kommen würden. Ich war in der Meinung befangen, sie würde „ansarten" und, wenn überhaupt, eine geringwerthigere Frucht bringen, etwa eine solche, wie ich sie hier in den sogenannten Weinbergspfirsichen kennen gelernt hatte. Diese sind kleiner, dunkel graugrün, haben durch und durch blutrothes, weniger saftiges Fleisch und einen etwas herben Geschmack und zeigen ab und zu ein Blatt, das den beiden erwähnten abnorm gebildeten ähnlich ist. Nach einigen Jahren geduldigen Harrens blühte mein inzwischen sehr kräftig gewordener Baum auch, und ich hatte die Freude, gleich im ersten Jahre eine Anzahl Früchte zu ernten. Wie gross aber war mein Erstaunen! Statt der erwarteten minderwerthigen Früchte trug er solche, die die der elterlichen Pflanze an Güte noch übertrafen. Meine Meinung von der Ausartung war also eine gründlich irrige gewesen, und ich hatte gelernt, dass bei den Steinfrüchten auch die guten durch Cultur entstandenen Eigenschaften vererbt werden können. Mein Baum aber hatte keine lange Lebensdauer; er erfreute mich nur wenige Jahre.

Junge Pflanzen, die auch jetzt wieder hier und da zum Vorschein kamen, wurden nun sorgfältiger behandelt, und z. Z. habe ich zwei sehr kräftige Exemplare im Garten stehen. Das eine hat noch nicht geblüht, das andere schon zweimal. Schon als im vorigen Jahre die ersten Blüthen kamen, war mir ihre geringere Grösse und die dunklere Farbe auffallend, die Frucht zu sehen war mir aber damals noch nicht vergönnt; obgleich eine ganze Anzahl Blüthen angesetzt hatten, gelangte doch kein Ansatz zur Entwickelung. Auch in diesem Frühjahre blühte die Pflanze reichlich, aber das sehr rauhe Wetter hinderte wohl die Befruchtung, da nur drei Früchte kamen und nur eine einzige fast reif wurde. Aber diese war mir um so räthselhafter,

denn sie hatte eine vollkommen glatte Oberfläche, nicht wie die Stammpflanze eine sammetartige. Ich suchte sie vor dem Abfallen durch einen Beutel zu schützen, musste sie jedoch, da sie aufgesprungen war und zu faulen anfing, vor der vollen Reife abpflücken. Obgleich noch etwas hart und vielleicht deshalb nicht recht saftig, hatte sie doch vollkommenen Pfirsichgeschmack.

Zuerst glaubte ich, ich hätte jetzt die bis dahin von mir noch nicht gesehene Nektarine vor mir. Aber das kann nicht gut sein, denn von dieser sagt DIPPEL in seinem Handbuch der Laubholzkunde, III. Band, Seite 606, dass sie länglich eirund und bespitzt sein soll, während meine Frucht kugelrund war und keine Spitze hatte. Auch giebt er die Farbe als gelb oder röthlich an, und die bei mir entstandene Frucht war grasgrün.

Ich suchte Rath in K. KOCH's Dendrologie. Der führt auf S. 84 im I. Bande eine Pfirsichform unter dem Namen Mandelpfirsiche oder Pfirsichmandel auf, „welche hartfleischige und aufspringende Früchte besitzt und für einen Blendling aus Mandel und Pfirsiche erklärt wird“. Diese beiden Merkmale würden stimmen, nicht aber die Abstammung. Zwar steht in einem der Nachbargärten ein Mandelbaum, und es wäre nicht undenkbar, dass die Bienen meine Pfirsiche mit Mandelpollen bestäubt hätten. Aber K. KOCH sagt ausdrücklich, dass seine Pflanze aus Mandeln hervorgehe, die mit dem Blüthenstaube der Pfirsiche befruchtet worden sind. Leider sagt er gar nichts über die Beschaffenheit der Fruchtoberfläche. Aber nach meiner Meinung kann doch ein Blendling keine kahle und glatte Frucht tragen, wenn die Stammeltern beide sammetartig behaarte Früchte hatten. Ich kann meine Pflanze darum schwerlich für einen Blendling halten, sondern komme wieder auf meine allererste Meinung zurück, dass hier doch wohl ein Rückschlag auf die ursprüngliche wilde Pflanze vorliegen müsse. Hierin werde ich noch bestärkt durch das, was K. KOCH darüber auf Seite 85 von *Amygdalus Ispahanensis* Thouin sagt, von der man glaubt, dass sie die ursprünglich wilde Pflanze (der Pfirsiche) sei. Wenn er sagt: „Ihre Blätter sind kleiner und mehr elliptisch. Im ersten Frühjahre bedeckt sie sich dicht mit dunkelfleischrothen Blüthen. Die Früchte sind stets nackt, klein und rund, sollen aber keinen besonderen Geschmack besitzen“ und wenn er sie eine strauchartige, sehr buschige Abart von 6—8, höchstens 12 Fuss Höhe nennt, so passen diese von ihm angeführten Merkmale genau auf meine Pflanze, nur die Blätter sind bei mir nicht kleiner und die Frucht ist meiner Pfirsiche von mittlerer Grösse gleich[1]). Unter diesen Umständen glaube ich also, dass meine Pflanze als ein Rückschlag anzusehen sein dürfte.

---

1) DIPPEL führt diesen Namen unter den Synonymen der Nektarine auf und unterscheidet diese Art gar nicht davon.

Es ist aber noch etwas anderes, wodurch mein Interesse für die aus Pfirsichkernen gezogenen Pflanzen seit Jahren erregt worden ist. Schon vorher habe ich erwähnt, dass meine Aufmerksamkeit auf sie zuerst durch Blätter von abweichender Form gelenkt wurde. Alljährlich nämlich finde ich an ihnen, ebenso an einem Exemplare, das sich im Schulgarten spontan gebildet hat, theilweise in grosser Menge Blätter von dreispitziger Gestalt. Meist in der Nähe der Spitze sind seitlich zwei grosse spitze Lappen ausgebildet, und der Mittellappen steht diesen bedeutend an Grösse nach. Oft sind die seitlichen Lappen mehr nach der Blattmitte gerückt: dann ist der Mittellappen vergrössert und neigt sehr häufig zu abermaliger Dreitheilung. Da das nicht immer ganz regelmässig ist, auch wohl nur einseitig vorkommt, sind solche Blätter oft sehr unregelmässig geformt und haben vielfach das Ansehen von sehr scharf doppeltgesägten. Eine Anzahl derartiger Blätter habe ich zur Ansicht auf einer Tafel zusammengestellt.

Wie ist nun das Auftreten solcher anders geformten Blätter aufzufassen? Darüber habe ich bis jetzt noch keine befriedigende Erklärung finden können. Zwar glaubte ich durch eine Mittheilung von W. O. FOCKE im 13. Bande (S. 81) der Abhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins in Bremen einen Fingerzeig zu erhalten, aber bei näherer Untersuchung bin ich doch zu keinem Resultate gekommen. FOCKE theilt nämlich dort mit, dass bei einem Blendling aus *Pirus communis* und *Pirus salicifolia* auch dreilappige Blätter aufgetreten seien und deutet dieses Vorkommen als einen Rückschlag, findet auch eine Art in der mediterranen *Pirus amygdaliformis* Vill., die möglicher Weise als Stammart angesprochen werden könnte. Nun suchte ich unter den *Prunus*-Arten auch nach einer, die dreispitzige Blätter hat, glaubte sie auch, verleitet durch den Namen in *Prunus triloba* Lindl. finden zu können. Aber die Ansicht dieser Pflanze, von der ich durch die Freundlichkeit des Herrn Garteninspektors PURPUS in Darmstadt Zweige erhielt, zeigte mir, dass meine abnormalen Blätter mit den normalen dieser Pflanze auch nicht die geringste Aehnlichkeit haben, ganz besonders aber sich durch ihre vollkommene Kahlheit von den dichtbehaarten der *Prunus triloba* unterscheiden, an eine Abstammung von ihr also kaum zu denken ist.

Wenn ich durch die Betrachtung der Frucht zu der Meinung von einem Rückschlag nach *A. Ispahanensis* gekommen bin, so würde diese noch bedeutend gestützt werden, wenn bei Originalexemplaren der Pflanze gleichfalls das Auftreten drei- oder mehrspitziger Blätter constatirt werden könnte. Ich bin bis jetzt nicht in der Lage gewesen, diese *Prunus*-Art kennen zu lernen, und gebe hiermit die einstweilen noch unerklärte Thatsache als solche bekannt.

## 2. Gnaphalium silvaticum L. f. ramosa.

In allen mir zugänglichen Floren wird der Stengel dieser Pflanze als einfach bezeichnet und bisher hatte ich ihn auch noch nie anders gesehen. Im vorigen Jahre jedoch und gleichfalls in diesem ist mir die Pflanze an verschiedenen Stellen durch ihren sehr abweichenden Habitus aufgefallen. Am 19. August 1900 fand ich im Hoxthal, einem linken Seitenthale der Nahe, nicht allzuweit entfernt von der Sommerfrische „Waldfriede“ eine Anzahl von Pflanzen, bei denen im mittleren Stengeltheile sehr reichlich 10—20 *cm* lange Aeste ausgebildet sind. Mir schien der Grund dieser abweichenden Ausbildung darin liegen zu müssen, dass sie an solcher Stelle standen, wo gewöhnlich grosse Ueppigkeit des Pflanzenwuchses zu finden ist, nämlich auf Schälwaldboden im ersten Jahre nach dem Schälen. Aber an einer zweiten Stelle, meilenweit von der ersten entfernt, fand ich drei Wochen später auf ganz dürrem Boden am Wegrande Exemplare dieser Species, die sich durch noch viel reichlichere Stengelverästelung und noch grössere Ausbildung der Zweige (bis über 30 *cm* Länge) auszeichnen. Es war an der Chaussee zwischen Katzenloch im Idarthal und Kempfeld. Und in diesem Jahre habe ich dieselbe ästige Form der Pflanze wiederum im Fürstenthum Birkenfeld gefunden, nämlich nicht weit von Rinzenberg. Die Aeste sind zwar nicht ganz so vollkommen ausgebildet, wie bei den vorjährigen Pflanzen, das schiebe ich aber zum grossen Theil auf die frühere Fundzeit.

*Gnaphalium silvaticum* f. *ramosa* scheint mir darnach doch nicht so selten zu sein, wie man es nach dem Fehlen von Beobachtungen annehmen sollte, sondern die Form ist sicher nur übersehen worden, wenn das auch bei der stattlichen Grösse der Pflanze nicht recht begreiflich ist. M. DÜRER-Frankfurt hat sie, durch mich aufmerksam gemacht, jetzt auch bei Amorbach nachgewiesen.

Nachträglich habe ich erfahren, dass die ästige Form von *Gnaphalium silvaticum* bereits von KITTEL (Taschenbuch der Flora von Deutschland, 1844) als *Gnaphalium virgatum* erwähnt worden ist, und dass auch BECK in der Flora von Niederösterreich eine schmale einfache und eine verästelte Form unterscheidet.

## 3. Nachtrag zu meinen „Beobachtungen an Farnen.“

Auf der Versammlung in Düsseldorf im Jahre 1898 habe ich einige Beobachtungen an Farnpflanzen mitgetheilt, von denen sich ein Theil auf das Vorkommen von Gabelungen der Rhachis und der Segmentmittelrippen bezog. Dabei habe ich bemerkt, dass diese

nach dem Vorgange von POTONIÉ als Rückschlag aufgefassten Bildungen bei *Pteridium aquilinum* verhältnissmässig sehr selten zu sein scheinen, auch von mir trotz daranf gerichteter Aufmerksamkeit bis dahin nur sehr spärlich angetroffen worden seien. Seitdem aber sind von mir und noch verschiedenen anderen Botanikern derartige Formen auch bei *Pteridium* in grösserer Menge gefunden und angezeigt resp. ausgegeben worden.

Die Spitzengabelung des ganzen Wedels ist allerdings immer noch nicht oft gefunden worden und kommt, wenn vorhanden, immer nur vereinzelt vor. Häufiger ist schon die Gabelung der Primärsegmente aber durchaus nicht so selten, wie damals angenommen werden musste, die der Secundär- und Tertiärsegmente. Bisweilen findet man an sonst typischen Stöcken das eine oder andere Secundärsegment getheilt, wie das z. B. die von DRUDE bei Brühl, unweit Bonn, und die von F. WIRTGEN in lichtem Walde bei Rödingen an der Sieg gesammelten, in F. WIRTGEN's Pteridophyta exsiccata als Nr. 17 und 17*c* herausgegebenen Pflanzen zeigen. Auch in der Gegend von Freiburg i. Br. sind solche Pflanzen nicht selten; das beweisen zahlreiche Stücke, die mir 1899 mein Neffe, Dr. NORMANN, als auf Spaziergängen gelegentlich gesammelt, von dort mitgebracht hat. Selbst aus Russland sind diese Bildungen inzwischen bekannt geworden, von woher sie durch ZICKENDRATH aus der Gegend von Moskau (Pterod. exs., Nr. 303) eingesandt worden sind.

An manchen Pflanzen kommt diese Segmentbildung aber häufiger vor, und wenn sie an demselben Wedel mehrfach, bisweilen fast ausschliesslich auftritt, dann ist dieser an der betreffenden Stelle fast nie der einzige seiner monströsen Art, sondern es scheint, dass die Formabweichung allen aus demselben Rhizom entspringenden Wedeln eigenthümlich ist. Da aber eine Verzweigung eines und desselben Rhizomes über so grosse Strecken, wie sie inzwischen beobachtet worden sind, nicht gut denkbar ist, so ist sogar anzunehmen, dass auch bei der Fortpflanzung durch die Sporen eine Vererbung dieser Eigenthümlichkeit stattgefunden haben muss. Zu solchen Stellen scheint mir die Gausupschlucht an der samländischen Ostseeküste zu gehören, von woher die bi-multifide Form von CHR. LUERSSEN für die Pter. exs. (Nr. 336) eingeschickt worden ist und, wie ich weiss, auch in diesem Jahre eingeschickt werden wird, zum Beweise der Inhärenz dieser Bildungen.

Auch M. DÜRER hat sie im Frankfurter Walde in grösserer Zahl gefunden, ebenso hat sie JUSTUS SCHMIDT-Hamburg im südwestlichen Holstein in ziemlicher Menge gesammelt und ich gleichfalls im August dieses Jahres im Hochwald. Hier, in der Nähe von Rinzenberg, nicht weit vom Saustäbel, waren etwa 80—100 *qm* dicht mit lauter solchen Stöcken bestanden, bei denen die meisten Ab-

schnitte zweiter Ordnung in 2—5 Spitzen ausliefen, und hier waren auch Spitzengabelungen der Primärsegmente nicht allzu selten.

Die weitgehendste Entwickelung solcher furcaten Formen bei *Pteridium*, verbunden mit grösster räumlicher Ausbreitung ist mir aber erst vor Kurzem bekannt geworden: etwa $1^1/_2$ Stunden von Amorbach, nach Eulbach zu, entdeckte sie mein Sohn HANS beim Durchschreiten des Waldes am Chausseerande. Hier stehen auf einer Strecke von über $^1/_4$ Stunde fast nur Stöcke, deren Secundärsegmente sich mehr- und vielmals wiederholt gabeln, so dass die meisten Endverzweigungen zwischen 10 und 15 Spitzen zeigen, viele aber auch die Zahl 20 übersteigen. Die Pflanzen erinnern lebhaft an die bekannte monströse Gartenform von *Aspidium filix mas*, die unter dem Namen *cristatum* oft in den Gärten zu finden ist; nur der Unterschied besteht, dass bei *Pteridium* die Verzweigung nicht an der Spitze des Wedels stattfindet. Selbst nur einmal gegabelte Primärsegmentspitzen sind von M. DÜRER und MÜLLER-Knatz, die die Pflanzen für die neue Lieferung der WIRTGEN'schen Exsiccaten von diesem Standorte geholt haben, bloss in äusserst geringer Menge gefunden worden.

## 7. P. Magnus: Ueber eine neue unterirdisch lebende Art der Gattung Urophlyctis.

Mit Tafel XXVII.

Eingegangen am 26. September 1901.

Auf dem von WALLROTH 1883 in seiner Flora cryptoganica Germaniae beschriebenen *Physoderma pulposum* Wallr. stellte G. SCHROETER 1882 in der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur, Botanische Section, Sitzung vom 16. März (abgedruckt im Botanischen Centralblatt 1882, Vol. XI, S. 219—221) die Gattung *Urophlyctis* auf. Er begründete sie auf die den vergrösserten Parenchymzellen aufsitzenden Zoosporangien mit in die Nährzelle eindringenden Haft- oder Wurzelfasern, sowie auf die Bildung der Dauersporen durch Copulation; doch giebt er bereits dort schon an, dass in diese Gruppe auch sein auf *Rumex acetosa* lebendes *Physoderma majus* gehört, das dieselbe Art der Dauersporenbildung hat, aber keine Schwärmsporangien bildet.

Ebenso umgrenzte SCHROETER 1886 (in diesem Jahre erschien die betreffende zweite Lieferung) im dritten Bande der Kryptogamen-

Flora von Schlesien, S. 196—197, die Gattung *Urophlyctis*, zu der er *Urophlyctis pulposa* (Wallr.) und *Urophlyctis majus* Schroet. (sicher nur Flüchtigkeitsfehler für *major*, da er ja das WALLROTH'sche „*pulposum*" beim Versetzen in die Gattung *Urophlyctis* in „*pulposa*" umgeändert hat) stellt und von letzterer hervorhebt, dass keine Schwärmsporangien gebildet werden. Er beobachtete sie auf den Blättern und Stengeln von *Rumex acetosa*, *R. arifolius* und *R. maritimus*.

Im Jahre 1888 beschrieb ich in den Sitzungsberichten der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin, S. 100, die in den gallenartig vergrösserten Epidermiszellen von *Carum Carvi* auftretende *Urophlyctis Kriegeriana* P. Magn.

In L. RABENHORST's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz, Zweite Auflage, Erster Band, Pilze, IV. Abtheilung Phycomycetes (Leipzig 1892), S. 131—141, vereinigte ALFRED FISCHER die Gattungen *Cladochytrium* Nowak., *Physoderma* (Wallr. sens. strict.) Schroet. und *Urophlyctis* Schroet. in eine einzige Gattung, die er offenbar nach BÜSGEN's Vorgange als *Cladochytrium* bezeichnete. Er erkannte daher die Verschiedenheit von *Urophlyctis* und *Physoderma* nicht an. Er stellt die Bildung der Dauersporen durch Copulation in Abrede und meint, dass sie entspreche „doch wohl nur der Theilung der Sammelzellen in eine inhaltsreichere und inhaltsärmere, zuletzt leere Zelle, von denen die erstere dann zur Dauerspore wird, nachdem sie den Inhalt der anderen aufgenommen hat." Eine Untergattung dieser Gattung *Cladochytrium* bezeichnet er als *Urophlyctis* und stellt in dieselbe nur die Arten mit Zoosporangien, während er die beiden anderen *Urophlyctis*-Arten, *Ur. major* Schroet. und *Ur. Kriegeriana* P. Magn., von denen keine Zoosporangien bekannt sind, in die Untergattung *Physoderma* verweist.

In A. ENGLER und K. PRANTL: Die Natürlichen Pflanzenfamilien. I. Theil, 1. Abth. X, S. 86, hält SCHROETER seine Gattung *Urophlyctis* aufrecht und ebenso die Entstehung der Oosporangien durch Copulation. Er stellt aber dazu merkwürdiger Weise das *Cladochytrium Butomi* Büsgen, offenbar verleitet durch dessen von BÜSGEN nachgewiesene Zoosporangienbildung. Ich werde nachher kurz berühren, dass diese Art nach meiner Auffassung in die Gattung *Physoderma* gehört.

Am 14. September 1896 trug ich in der Versammlung der British Association in Liverpool eine Untersuchung über die Gattung *Urophlyctis* vor, von der ein kurzer zusammenfassender Bericht bereits für diese Sitzung zur Vertheilung an die Zuhörer gedruckt war, wie das dort bei allen Vorträgen zu geschehen pflegt. Dieser Bericht findet sich wörtlich abgedruckt im Botanischen Centralblatt, Bd. LXIX, 1897, S. 319. Die Arbeit selbst erschien in den Annals of Botany, Vol. XI, No. XLI, März 1897. Ich zeigte in derselben, dass der von

TRABUT in den knolligen Auswüchsen erkrankter Zuckerrüben entdeckte Pilz, den er als *Entyloma leproïdes* Trab., SACCARDO als *Oedomyces leproïdes* (Trab.) Sacc. beschrieben hatten, in die Gattung *Urophlyctis* gehört, während ihn VUILLEMIN in einer späteren Arbeit in der Sitzung der Société botanique de France vom 13. November 1896 für *Cladochytrium pulposum* erklärte. In meiner Arbeit erklärte ich kurz, dass ich SCHROETER's Beobachtungen über die Bildung der Dauersporen bei wiederholten Untersuchungen bestätigt fand, und hielt deshalb die Gattung *Urophlyctis* im Gegensatze zu ALFRED FISCHER im SCHROETER'schen Sinne aufrecht. Ich behandelte in dieser Arbeit monographisch die drei mir zugänglichen Arten *Urophlyctis Kriegeriana* P. Magn., *Ur. leproïdes* (Trab.) P. Magn. und *Ur. pulposa* (Wallr.) Schroet. Ich ging namentlich näher auf die Verschiedenheiten in der Entwickelung der Gallen ein. Ich habe aber dort vor allen Dingen auch an *Urophlyctis Kriegeriana* gezeigt, dass von den copulirenden Zellpaaren die aufnehmenden zu den Dauersporen werdenden Zellen und die abgebenden (männlichen) Zellen stets von verschiedenen Mycelfäden stammen. Ich sage dort S. 89: It is noteworthy that the male cells going off their contents always spring from one distinct set of hyphae; so that we have here male plantlets developing at long intervals male cells which conjugate with female cells originating from other hyphae (Figs. 10 and 13). Ich hebe dies deshalb hervor, weil ALFRED FISCHER l. c. für seine erweiterte Gattung *Cladochytrium* aussprach, dass die Dauersporen entweder aus der inhaltreichen Zelle der zweizelligen Anschwellungen entstehen und dann eine kleinere leere Anhangszelle tragen oder terminal an kurzen, von den Sammelzellen ausgehenden, unverzweigten Fäden stehen. Diese Auffassung der reifen Dauersporen von *Urophlyctis* mit ihrer kleineren leeren Anhangszelle als Geschwisterzellen oder Nachbarzellen der zweizelligen Anschwellung ist dadurch widerlegt. Ich musste das hier hervorheben, weil VON LAGERHEIM eine offenbar ähnliche Auffassung in einer gleich zu erwähnenden Veröffentlichung wieder ausgesprochen hat.

Im Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar Band 24, Afd. III, No. 4 (Stockholm 1898) berichtet VON LAGERHEIM, dass er in Ecuador an der dort gebauten Luzerne zahlreiche, mehr oder weniger korallenartig verzweigte, hellbraune Anschwellungen am Grunde der Stengel und am oberen Theile der Wurzel (also unterirdisch) beobachtet habe, die von einer in den Anschwellungen wuchernden, von der *Urophlyctis leproïdes* (Trab.) ununterscheidbaren *Urophlyctis* veranlasst sind, die er als *Physoderma leproïdes* (Trab.) v. Lagerh. bezeichnen will, weil, wie er mit Recht hervorhebt, der Gattungsname *Physoderma* Wallr. älter als *Cladochytrium* Nowak. ist. Weil er die Entstehung der Dauersporen bei den Arten von *Physo-*

*derma* (Wallr.) Schroet. und bei *Urophlyctis* Schroet. für dieselbe hält, und, wie schon oben erwähnt, meint, dass die „kleinere Copulationszelle“ SCHROETER's der Sammelzelle der *Physoderma*-Arten entspreche, erkennt auch er die Abtrennung der SCHROETER'schen Gattung *Urophlyctis* nicht an und vereinigt, wie ALFRED FISCHER, alle Arten in die Gattung *Physoderma*. Er will aber nur nach dem Vorhandensein oder Fehlen der Zoosporangien die Untergattungen *Urophlyctis* und *Physoderma* gelten lassen und meint dann, dass, wenn man diese als eigene Gattungen ansehe, man *Oedomyces leproïdes* zu *Physoderma* stellen müsse.

Ich gehe deshalb hier etwas näher auf die Unterschiede der Gattungen *Urophlyctis* und *Physoderma* ein.

Die Dauersporen von *Urophlyctis* haben eine charakteristische Gestalt. Sie gleichen etwa einer Kugel, von deren einer Seite eine Calotte abgeschnitten ist; sie haben stets eine kugelig vorgewölbte und eine abgeflachte Seite und stets liegt an der abgeflachten Seite die Einmündung eines kurzen Verbindungsschlauches der farblosen Zelle, die ich mit SCHROETER als abgebende männliche copulirende Zelle betrachte, während sie ALFRED FISCHER als kleinere leere Anhangszelle, VON LAGERHEIM als der Sammelzelle entsprechend bezeichnen.

Durch diese Gestalt der Dauersporen mit kugelig vorgewölbter Fläche und einer abgeflachten Seite, der stets die farblose Zelle mittelst eines kurzen Verbindungsschlauches anliegt, unterscheidet sich *Urophlyctis* sehr scharf von *Physoderma*, bei dem die Dauersporen gleichmässig oval sind, denen die sogenannten Sammelzellen an unbestimmten Stellen anliegen. Schon an dieser verschiedenen Gestalt der Dauersporen erkenne ich sofort, ob ich es mit einer *Urophlyctis* oder einem *Physoderma* zu thun habe. Dazu kommt noch ein anderer, sehr wichtiger biologischer Unterschied. Während die *Physoderma*-Arten die von ihnen befallenen Wirthszellen, in denen sich die Dauersporen bilden, stets unverändert lassen, so dass die Wirthszelle, z. B. die vielarmige Sternparenchymzelle ihre Form vollkommen behält und ihre Wandung keine optisch merkliche Veränderung aufweist, werden bei *Urophlyctis* die Wirthszellen stets sehr bedeutend vergrössert und quellen ihre Wände stets gallertartig auf und werden bei den vielzelligen Gallen zum Theil resorbirt. *Urophlyctis* ist daher eine sehr gute und natürliche, von *Physoderma* scharf unterschiedene Gattung. Bei diesen beiden Gattungen *Urophlyctis* und *Physoderma* kommen Arten mit Zoosporangien vor, und solche, bei denen wir Zoosporangien nicht kennen. So ist *Physoderma Butomi* Karst., das SCHROETER offenbar nur wegen der von BÜSGEN nachgewiesenen Zoosporangien in ENGLER und PRANTL's Natürlichen Pflanzenfamilien, I. Theil, Abth. 1, S. 86, zu *Urophlyctis*

gestellt hatte, ein echtes *Physoderma* mit Zoosporangienbildung, und sicher werden wir Zoosporangien bei noch mehr Arten von *Physoderma* kennen lernen, wenn wir deren Entwickelung so verfolgt haben werden, wie das BÜSGEN für *Physoderma Butomi* Karst. gethan hat.

Hingegen stelle ich mit SCHROETER l. c. die von L. NOWAKOWSKI in F. COHN's Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. II, Heft 1 (1876) beschriebenen *Cladochytrium*-Arten nicht in die Gattung *Physoderma*, sondern in die Gattungen *Cladochytrium* Nowak. und *Nowakowskiella* Schroet. Wir kennen von ihnen keine Dauersporen, und ihre Zoosporangienbildung weicht von der von *Physoderma Butomi* Karst. in vielen Punkten sehr ab. So sitzen die Zoosporangien von *Physoderma Butomi* Karst. äusserlich der Epidermiszelle auf und senden Rhizoiden in dieselbe hinein, während die Zoosporangien von *Cladochytrium tenue* Nowak. sich in der Wirthszelle aus endständigen oder intercalaren Anschwellungen der Mycelfäden bilden, mittelst eines schnabelförmigen Fortsatzes die Wand der Wirthszelle durchbohren und durch diesen Fortsatz die Schwärmsporen nach aussen austreten.

Von der Gattung *Urophlyctis* sind bisher nur wenige Arten bekannt geworden. Während sie in der Gestalt und Grösse der Dauersporen fast völlig mit einander übereinstimmen, unterscheiden sie sich durch ihr Auftreten auf der Wirthspflanze und die Art, wie sie dieselbe angreifen, d. h. durch die Gallbildung, sehr wesentlich von einander.

Die mir zur Zeit bekannten Arten sind folgende:

1. *Urophlyctis pulposa* (Wall.) Schroet. auf Blättern und Stengeln (oberirdischen Organen) von *Chenopodium glaucum*, *Ch. rubrum*, *Ch. urbicum* und *Atriplex patulum*. Die Dauersporen treten in vielzelligen Gallen auf; die Wände der Wirthszellen werden gitterartig durchbrochen.

In der Oesterreichischen Botanischen Zeitschrift 1900, Nr. 9, theilt F. BUBAK mit, dass er *Cladochytrium pulposum* (Wallr.) A. Fischer auf den Grundblättern von *Ambrosia Bassi L.* von der Insel Sardinien (Sinnaï Punto sa Corsetta lg. MARTELLI 31. December 1896) bestimmt habe. Dies möchte sicher eine andere Art sein.

2. *Urophl. major* Schroet. auf Blättern und Stengeln (also oberirdisch) von *Rumex acetosa*, *R. arifolius* und *R. maritimus* (bei letzterem sollen aber nach SCHROETER die Dauersporen etwas kleiner sein). Auch sie tritt nach SCHROETER in vielzelligen Gallen auf, deren Zellwände siebartig durchlöchert werden (s. Botanisches Centralblatt, Bd. XI (1882), Nr. 5/6). Ich konnte diese Art leider bisher noch nicht untersuchen.

3. *Urophl. Kriegeriana* P. Magn. an Blättern und Stengeln von *Carum*- und *Pimpinella*-Arten. Bei ihr ist der Theil der Galle, in

der sich die Dauersporen bilden, von einer einzigen beträchtlich vergrösserten Epidermiszelle gebildet, in der das Mycel des eingedrungenen Pilzes verbleibt. Die Wandung dieser einzigen Wirthszelle der Galle ist gleichmässig aufgequollen, ohne irgend welche Durchbrechungen zu zeigen.

4. *Urophl. leproïdes* (Trab.) P. Magn. an unterirdischen Auswüchsen der Rübe von *Beta vulgaris*. Sie wächst in einer riesigen Zelle des durch sie veranlassten Auswuchses. Die Zelle durchwuchert mit deren Fortsätzen und Ausläufern das Parenchym des durch ihren Reiz gebildeten Auswuchses nach allen Richtungen, und ihre Wandung ist stark aufgequollen und nirgends durchbrochen. Alle mit dieser Wandung versehenen Räume in einem Auswuchse sind Theile derselben Zelle, in denen das Mycel einherzieht und Dauersporen bildet.

5. *Urophlyctis* sp. in Auswüchsen der unterirdischen Theile der Hauptwurzeln und des Wurzelstockes von *Medicago sativa L.* In seiner oben citirten Veröffentlichung meint VON LAGERHEIM, dass sie mit *Cladochytrium leproïdes* (Trab.) Alfr. Fisch. identisch sei und will sie als *Physoderma leproïdes* (Trab.) v. Lagerh. bezeichnen. Nachdem sich mir aber die *Urophlyctis*-Arten auf *Chenopodium*- und *Atriplex*-Arten, die auf *Beta vulgaris* und die gleich zu besprechende auf *Rumex scutatus* als verschieden erwiesen haben, bin ich überzeugt, dass die Arten in der Luzerne und in der Runkelrübe nicht identisch sind. Ein Versuch, davon Material zur Untersuchung zu erhalten, blieb leider ohne Erfolg.

Die sechste Art, die ich jetzt beschreiben werde, erhielt ich von Herrn EW. H. RÜBSAAMEN, der vom Oberpräsidium in Coblenz mit der Untersuchung der Krankheiten des Weinstockes im Bezirke von St. Goar betraut war.

Er fand bei St. Goar in der Nähe eines Weinbergs knollige Auswüchse an den Wurzeln von *Rumex scutatus L.* und erkannte, dass in denselben ein Pilz wucherte. Er sandte sie mir freundlichst zu, und die Untersuchung zeigte mir, dass diese Wurzelknollen von einer neuen *Urophlyctis* herrühren, die ich zu Ehren des Entdeckers *Urophlyctis Rübsaameni* P. Magn. nenne.

Wie schon erwähnt, tritt *Urophl. Rübsaameni* P. Magn. unterirdisch in kugelig-knolligen Auswüchsen der Wurzeln von *Rumex scutatus L.* auf. Diese Auswüchse sind von sehr verschiedener Grösse, bis 2—3 *cm* hoch. In Fig. 1 sind zwei kleinere in natürlicher Grösse abgebildet. Durchschneidet man solchen knollenförmigen Auswuchs, so sieht man meist eine Anzahl grösserer oder geringerer Hohlräume, die mit den braunen Dauersporen der *Urophlycti*s erfüllt sind. Die äussersten sind häufig von schon vermoderndem Korkgewebe um-

geben und oft schon durch das Vergehen dieses vermodernden Korkgewebes nach aussen geöffnet, wodurch die Dauersporen in den Boden gelangen. Macht man von einem kugeligen Auswuchse successive Querschnitte (parallel der ihn tragenden Wurzel), so gelangt man oft in eine Region, wo man eine grössere mittlere mit Dauersporen erfüllte Höhlung sieht, von der nach den mannigfaltigsten Richtungen Fortsätze und Zacken ausstrahlen (s. Fig. 2). Oefter sieht man solche Zacken in schmale, das Parenchym des Auswuchses durchsetzende Züge übergehen, die sich wiederum zu grösseren oder kleineren mit Dauersporen erfüllten Höhlungen erweitern. Auch sieht man durch Parenchym getrennte, mit Dauersporen erfüllte Höhlungen mehr oder minder in der Richtung einer Ausstrahlung der centralen Höhlung liegen und kann sich auf den successiven Querschnitten überzeugen, dass sie höher oder tiefer mit dieser Ausstrahlung zusammenhängen. Mit anderen Worten, man überzeugt sich auf successiven Querschnitten, dass alle in einem Auswuchse liegenden, mit Dauersporen erfüllten Höhlungen unter einander durch längere oder kürzere, schmälere oder breitere, das Parenchym durchsetzende Hohlräume zusammenhängen, die auch an deren nicht ganz engen Stellen mit Dauersporen erfüllt sind (s. Fig. 6.)

Untersuchen wir nun die junge Höhlung, so überzeugen wir uns, dass sie aus vielen stark vergrösserten Zellen zusammengesetzt ist (s. Fig. 3, 4 und 5). Die peripherisch gelegenen Wände sind stark aufgequollen und nach aussen charakteristisch ausgebaucht in Folge des bedentenden Wachsthums der befallenen Wirthszelle. Daher ragen auch zwischen diesen ausgebauchten Wänden die Zellen des benachbarten Gewebes hinein und diese Zellen werden allmählich immer stärker zusammengedrückt (s. Fig. 3—5). Die Wände, mit denen zwei benachbarte, vom Pilze befallene Wirthszellen an einander grenzen, werden vom durchwuchernden Pilzmycel zum grössten Theile resorbirt. Im Gegensatze zu *Urophlyctis pulposa* (Wallr.) Schroet., wo die Wände der benachbarten Wirthszellen gitterartig durchbrochen werden, wird hier die ganze Wand bis auf eine schmale Randpartie resorbirt. Von den Scheidewänden benachbarter Wirthszellen bleibt daher nur eine ringförmige hervorspringende Leiste, die eine centrale, fensterartige Oeffnung umschliesst (s. Fig. 3, 4 und 5). Später werden diese Reste der Scheidewände undeutlich. Sie werden theils von den die Wirthszellen dicht ausfüllenden Dauersporen und Mycelien abgestossen, theils resorbirt, und Gleiches gilt auch von den durch die ausgewölbten Wände zusammengedrückten Parenchymzellen und den an einander gedrückten Theilen der ausgewölbten Zellwände selbst. So werden die vielzelligen Infectionsherde zu ausgedehnten mit Dauersporen erfüllten Höhlungen in der Galle. Gleichzeitig bildet sich das umgebende Parenchym durch dem Umfange

des Infectionsheerdes parallele Theilungen zu einer den Infectionsheerd einschliessenden Korkschicht aus (s. Fig. 2 und 6).

Die Wandung älterer, pilzbehafteter Zellen wächst oft an peripherisch gelegenen Punkten oder kurzen Linien zu Fortsätzen aus, die zwischen die benachbarten Parenchymzellen hineinstrahlen. Sie bilden die Zacken der mit den Dauersporen erfüllten Höhlungen (s. Fig. 2). Durch diese Ausstrahlungen wandert das Pilzmycel von einem Infectionsherde nach anderen, noch nicht befallenen Stellen des Parenchyms der Galle und inficirt dieselben. Oft wächst es so radial nach aussen, zunächst von Zelle zu Zelle, bis es sich wieder in einer Gruppe intacter Parenchymzellen ausbreitet. So bilden sich die längeren oder kürzeren, schmäleren oder breiteren Verbindungsbrücken zwischen den verschiedenen Höhlungen einer Galle. So wandert das Mycel in das neugebildete Parenchym des kugeligen Wurzelauswuchses, den die Vegetation des Pilzes veranlasst.

Das Mycel ist von sehr ungleicher Stärke. Von den dünnsten Mycelfäden werden gewöhnlich die männlichen copulirenden Zellen abgeschieden (s. Fig. 5). Diese Mycelfäden wachsen nach Abscheiden der männlichen Zellen weiter und verzweigen sich oft. Ausserdem treten aber viele stärkere Mycelfäden mit stärkeren Wänden auf, die oft sehr verzweigt sind. Ob von letzteren, wie ich vermuthen möchte, die Anlagen der Dauersporen abstammen, konnte ich bisher leider nicht entscheiden. Der grösste Durchmesser der Dauersporen beträgt im Durchschnitte 45,7 $\mu$. Oft sitzt den männlichen Zellen oder den Dauersporen oder auch einzelnen Stellen der Mycelwandung ein Schöpfchen feiner und kurzer Anhängsel an, wie sie SCHROETER und BÜSGEN schon erwähnt haben. SCHROETER nennt sie Protoplasma-Anhängsel. Sie gehen wahrscheinlich aus den vom Pilze resorbirten Zelltheilen der Wirthsgalle hervor.

Ich kenne somit bisher drei oberirdisch und drei unterirdisch vegetirende Arten der Gattung *Urophlyctis*. Von den oberirdischen vegetirt *Urophlyctis Kriegeriana* P. Magn. nur in der einen befallenen, stark vergrösserten Epidermiszelle der einzelnen Galle, während *Urophl. pulposa* (Wallr.) Schroet. vielzellige Infectionsheerde mit gitterartig durchbrochenen Wänden bewohnt. Und ebenso verhält sich nach SCHROETER's Angaben *Urophlyctis major* Schroet.

Von den unterirdischen Arten lebt *Urophl. leproïdes* (Trab.) P. Magn. nur in der ersten befallenen Zelle, welche mächtig auswächst und mit ihren Ausläufern und Ausbreitungen das Gewebe der Galle durchsetzt. Aehnlich soll sich nach VON LAGERHEIM die *Urophlyctis* auf *Medicago sativa* verhalten. *Ur. Rübsaameni* P. Magn. dagegen bewohnt in den unterirdischen Knollen vielzellige Infectionsherde mit fensterartig durchbrochenen Wänden. Wahrscheinlich giebt es noch viele bisher unbekannte unterirdische *Urophlyctis*-Arten,

deren genaueres Studium auch manche interessantere Einzelheiten, namentlich der Art des Angriffs der Wirthspflanze ergeben würde.

Die beigegebenen Abbildungen hat Herr Dr. PAUL RÖSELER bei mir nach der Natur gezeichnet.

---

## Erklärung der Abbildungen.

*Urophlyctis Rübsaameni* P. Magn.

Fig. 1. Zwei Gallen an den Wurzeln von *Rumex scutatus* L. Natürl. Grösse.
„ 2. Querschnitt durch den älteren Theil einer Wurzelgalle. Vergr. 36.
„ 3. Querschnitt durch den jüngeren Theil einer Wurzelgalle. Vergr. 68. Meist erkennt man noch die einzelnen Zellen mit den durchbrochenen Scheidewänden.
„ 4. Querschnitt eines jüngeren Infectionsherdes. Man sieht deutlich den fensterartigen Durchbruch der Scheidewände und die allmähliche Vergrösserung der befallenen Parenchymzellen. Vergr. 162.
„ 5. Querschnitt des peripherischen Theiles eines Infectionsherdes, der wieder die fensterartigen Durchbrechungen der Scheidewände und das Einwandern des Mycels in benachbarte Parenchymzellen zeigt. Vergr. 240.
„ 6. Querschnitt des Endes einer alten Höhlung, die von den Dauersporen erfüllt ist. Man sieht die peripherische Korkbildung.

Leider konnten viele Einzelheiten, wie z. B. die Mycelien, die Zackenbildung der älteren Gallen, die Bildung der Verbindungsbrücken u. a. wegen mangelnden Platzes auf der Tafel nicht in Abbildungen wiedergegeben werden. Die bereits von Herrn Dr. P. ROESELER gezeichneten Abbildungen werden bei anderer Gelegenheit veröffentlicht werden.

deren genaueres Studium auch manche interessantere Einzelheiten, namentlich der Art des Angriffs der Wirthspflanze ergeben würde.

Die beigegebenen Abbildungen hat Herr Dr. Paul Röseler bei mir nach der Natur gezeichnet.

---

### Erklärung der Abbildungen.

*Urophlyctis Rübsaameni* P. Magn.

Fig. 1. Zwei Gallen an den Wurzeln von *Rumex scutatus* L. Natürl. Grösse.
„ 2. Querschnitt durch den älteren Theil einer Wurzelgalle. Vergr. 36.
„ 3. Querschnitt durch den jüngeren Theil einer Wurzelgalle. Vergr. 68. Meist erkennt man noch die einzelnen Zellen mit den durchbrochenen Scheidewänden.
„ 4. Querschnitt eines jüngeren Infectionsherdes. Man sieht deutlich den fensterartigen Durchbruch der Scheidewände und die allmähliche Vergrösserung der befallenen Parenchymzellen. Vergr. 162.
„ 5. Querschnitt des peripherischen Theiles eines Infectionsherdes, der wieder die fensterartigen Durchbrechungen der Scheidewände und das Einwandern des Mycels in benachbarte Parenchymzellen zeigt. Vergr. 240.
„ 6. Querschnitt des Endes einer alten Höhlung, die von den Dauersporen erfüllt ist. Man sieht die peripherische Korkbildung.

Leider konnten viele Einzelheiten, wie z. B. die Mycelien, die Zackenbildung der älteren Gallen, die Bildung der Verbindungsbrücken u. a. wegen mangelnden Platzes auf der Tafel nicht in Abbildungen wiedergegeben werden. Die bereits von Herrn Dr. P. Roeseler gezeichneten Abbildungen werden bei anderer Gelegenheit veröffentlicht werden.

---

## 8. O. Warburg: Geschichte und Entwickelung der angewandten Botanik.

Referat, erstattet für die botanische Section der Deutschen Naturforscher-Versammlung am 26. September 1901.

Eingegangen am 14. April 1902.

Die angewandte Botanik reicht bis in die Uranfänge menschlicher Cultur zurück, sie ist zweifelsohne die älteste aller botanischen Disciplinen.

Dass die angewandte Botanik ihren Ursprung im **Orient** hat, ist sicher; wo sie aber daselbst zuerst in Erscheinung getreten ist, lässt sich nicht mehr feststellen, es mag in Indien resp. Süd-China[1]), es

1) Die ältesten Religionsurkunden der Inder erwähnen Pflug und Webstuhl, und in China wird die Ceremonie des Pflügens durch den Kaiser im Frühjahr bis auf den Kaiser Chinnong im Jahre 2700 v. Chr. zurückgeführt.

mag in Central- oder Vorderasien gewesen sein: zweifellos ist, dass sie dort, wo wir ihr zuerst begegnen, schon eine ganz stattliche Entwickelung hinter sich hat.

Es sind drei der noch heute wichtigsten Zweige der angewandten Botanik, denen wir gleichzeitig in den Ueberlieferungen der ältesten Völker der grossen vorderasiatisch-aegyptischen Culturzone in schon ziemlich hoher Ausbildung begegnen, nämlich der Ackerbau-, der Gartenbau- und der Heilmittellehre; aber auch die technologische Botanik reicht in ihren Anfängen bis in jene Periode zurück, wie das Bierbrauen, die Weinbereitung, das Brotbacken, die Papierbereitung, das Färben, Spinnen, Weben, sowie die Kunst der Einbalsamirung z. B. der Aegypter beweist. Wir dürfen wohl annehmen, dass im Orient eine wissenschaftliche Grundlage dieser Disciplinen nicht existirt hat, dass also die relativ hohe Ausbildung derselben auf durch Tradition erhaltener und allmählich sich erweiternder Empirie beruht; aber bei den auf Beobachtung beruhenden inductiven Wissenszweigen ist es ja stets schwer, eine Grenze zwischen Empirie und wissenschaftlicher Behandlung festzusetzen.

Bei der noch sehr mangelhaften Kenntniss der Culturzustände vieler der alten vorderasiatischen Völker ist es kaum möglich, die Verdienste an der Entwickelung der einzelnen Disciplinen der angewandten Botanik gerecht zu vertheilen. Genau über das häusliche Leben orientirt sind wir fast nur bei den Aegyptern, durch Mumienbeigaben, Abbildungen und Bilderschrift; vieles wissen wir auch durch das alte Testament von den Juden; spärlicher sind uns bisher noch die Culturzustände der Babylonier bekannt, von den Assyrern sind fast nur politische Daten erhalten, und was die gleichfalls sehr culturreichen Phönicier, die erst neuerdings etwas mehr als Culturvölker erkannten Chalden und Chetiter, sowie die älteren Völkerschaften Irans betrifft, so schwebt über ihre häusliche und wirthschaftliche Cultur bisher ein noch fast vollständiges Dunkel.

Namentlich ist es der Ackerbau, der sowohl in Bezug auf die Technik, als auch in Bezug auf die Hülfsmittel und das Pflanzenmaterial in dem alten vorderasiatischen Culturcentrum einen erstaunlich hohen Grad der Ausbildung erlangt hat.

Die sorgfältige Bewässerung des Nilthales konnte in alten Zeiten wie jetzt nur durch ein ausgebildetes System von Dämmen, Canälen und Schleusen geregelt werden, und das Heben des Wassers geschah dazumal wie auch jetzt noch hauptsächlich durch Schöpfeimer. In Babylon sind die bis 24 *m* hohen Uferdämme sogar noch theilweise erhalten, und die Schöpfmaschinen wurden wie noch heute durch Wasserräder oder Ochsen getrieben; nur die hierdurch erzielte Sicherheit der Ernten macht es erklärlich, dass das Reich trotz aller Kriege und Verwüstungen seitens der Assyrer und arabischen Stämme

sich stets äusserst schnell wieder erholen konnte im Gegensatz zur Jetztzeit, wo beim Fehlen der geordneten Canalisation im beständigen Kampf mit den Nomaden der arabischen Wüste und den Räuberstämmen der iranischen Grenzgebirge der Ackerbau auf einen traurigen Rest zurückgedrängt ist.

Ebenso war es in Assyrien, wo eine unendliche Masse von Schutthaufen die Lage der vielen früheren Dörfer in jetzt ausgestorbener Gegend zeigt. Schildert doch ein assyrischer Feldherr sein Heimathland den Juden als ein Land reich an Getreide und Oelbäumen, sowie ergiebig an Wein und Honig (2. Kön. 18, 32; Js. 36, 14).

Auch Palästina war bekanntlich in alten Zeiten ein Land blühend durch Ackerbau und Viehzucht; eine durch religiöse Vorschriften geregelte Brache in Gestalt des alle sieben Jahre wiederkehrenden Jubeljahres sorgte in gleicher Weise für die Erholung des Bodens, wie das Sabbatgesetz für diejenige des Menschen. Ausführliche Bestimmungen über die Behandlung des Bodens und der Culturpflanzen im siebenten Jahr, sowie die Eintheilung des Landes in Bezirke, diente zur rationellen Durchführung der Brache und verhinderte, dass in dem Brachjahr oder in dem folgenden Mangel an Lebensmitteln eintrat. Auch das Pfropfen war den Juden und Phöniciern schon bekannt, und nach Graf SOLMS' Untersuchungen kannten die Juden sogar schon die Caprification der Feigen.

Was die maschinellen Hülfsmittel des Ackerbaues betrifft, so kannten sowohl die Aegypter, als auch die vorderasiatischen Völker bis Babylon Pflüge und zwar von verschiedener Construction, die Aegypter ferner auch Eggen, Sicheln, Hacken, Hechel, Getreidemagazine, die Juden auch die noch jetzt im Orient gebräuchlichen Dreschbretter.

Was das Pflanzenmaterial betrifft, so wurden nach UNGER allein in Aegypten drei Weizenarten gebaut, *Triticum vulgare, turgidum* und *Spelta;* ebenso sind mindestens zwei Gerstenarten, *Hordeum vulgare* und *hexastichon*, sicher constatirt; ferner ist *Sorghum* durch Abbildungen und Hieroglyphen festgestellt, wohingegen die Cultur der anderen Hirsearten (*Panicum miliaceum, Setaria italica* und *Pennisetum typhoideum*) immerhin noch fraglich ist. Dazu kommen als wichtige Culturpflanzen Lein und Papyrus, Oelbaum und Weinstock, Dattel, Feige, Dumpalme und Sycomore; Knoblauch, Zwiebeln, Porré und Schalotten; Gurkenmelonen, Wassermelonen, Flaschenkürbis; Artischoke, Bamia (*Hibiscus esculentus*), Spargel und Taro (*Colocasia*); Rettig und vielleicht die Runkelrübe; Pferdebohne, Ackererbse, Kichererbse, Linse und Lupine; Kohl, Cichorie, *Corchorus olitorius,* Fenchel, Basilikenkraut, Kresse, Kuminkümmel, Anis, Dill, Coriander, Majoran, Absynth, Schlafmohn, Sesam und Ricinus; Granatapfel,

*Zizyphus*, *Cordia Myxa*, *Mimusops Schimperi*, *Balanites aegyptiaca*; Henna und Saflor, vielleicht auch Indigo.

Auch Judäa war reich an Culturpflanzen; grossentheils waren es natürlich die gleichen wie in Aegypten, wenn man von einigen mehr tropischen Formen, sowie den Sumpfpflanzen Aegyptens absieht; auch war wahrscheinlich bei den in einfacheren ökonomischen Verhältnissen lebenden und in Bezug auf künstliche Bewässerung weit weniger glücklichen Israeliten die Gemüse- und Gewürzcultur nicht so hoch ausgebildet wie in Aegypten. Dagegen kommen nördlichere Culturpflanzen hinzu, Pflaumen, Birnen, Aepfel, ferner Mandel und Johannisbrotbaum, sowie wahrscheinlich auch die Pistacie. Von besonderem Interesse ist aber die Cultur des südarabischen Mekkabalsambaumes im heissen Thale des Jordan, sowie, wenigstens in späterer Zeit, auch die der aus dem Osten stammenden Cedratcitrone.

Für die übrigen vorderasiatischen Völker besitzen wir leider weit weniger zuverlässige Documente, doch ist es sicher, dass gerade Kleinasien nebst den angrenzenden Hochländern der Cultur manche hervorragend guten Früchte geschenkt hat, z. B. Pflaumen, Kirschen, Nussbaum, wahrscheinlich auch den Weinstock und nach neueren Forschungen den Hopfen, sowie die Luzerne (*Herba medica*); ebenso war in den syrischen Ländern zweifellos die Aprikose und der Pfirsich heimisch, und im südlichen Mesopotamien war auch die Cultur von Reis, *Sorghum*-Hirse und Baumwolle schon früh bekannt.

Stets waren die Beziehungen der Länder des Orients unter einander recht enge, sei es im Frieden, sei es im Krieg; weder Sprach-, noch Stammesverschiedenheiten bildeten scheidende Culturgrenzen; Hamiten, Semiten und Japhetiten wurden durch Handel oder Eroberungszüge culturell mit einander verkettet, und selbst klimatische Factoren, wie mediterranes Hochland, mediterranes Tiefland und Subtropengebiet verursachten keine bleibenden Trennungen. Im Gegentheil, gerade hierauf ist die wunderbare Mannigfaltigkeit der Erzeugnisse jenes imposanten Culturcentrums zurückzuführen. Die Tribute, der Kauf fremder Sklaven, Ansiedelung von Gefangenen oder Verpflanzung ganzer Stämme mussten nothwendiger Weise eine Vermehrung und Verbesserung der Culturpflanzen und Culturmethoden in den einzelnen Ländern zur Folge haben; dass aber auch absichtliche Neueinführungen vorkamen, beweist die vor einigen Jahren in Magnesia a. M. entdeckte Inschrift des Dareios Hystaspes, worin der König seinen Statthalter belobt, weil letzterer aus dem transeuphratischen Gebiet Früchte nach Anatolien verpflanzt habe[1]).

Auch der dem Ackerbau so nahe stehende Gartenbau fand im vorderasiatischen Culturcentrum zuerst Förderung und brachte es

1) cf. Viltenberger's Sylloge inscriptionum graecarum.

zu ziemlich hoher Entwickelung. Von der Gemüse und Obstcultur Aegyptens haben wir schon gesprochen, aber auch Ziergärten mit Wasserbassins, schattigen Bäumen und bunten oder wohlduftenden Blumen sind uns durch Grundrisse von Villen, Pflanzenreste und Beschreibungen bekannt. Berühmt sind auch die Salomonischen Gärten am Berge Zion mit ihren Rosen, Lilien, Tannen (vermuthlich sind Kiefern gemeint) und Cedern; ebenso die sogenannten hängenden Gärten der SEMIRAMIS, in Wirklichkeit grosse von NEBUKADNEDZAR in Babylon angelegte Gartenterrassen mit Freitreppen. Die phönicischen Kaufleute liebten es, ihre Villegiaturen mit schattigen Gärten zu umgeben; der ältere CYRUS, der Gründer des persischen Reiches, liess sogar schon Schulgärten anlegen; bekannt sind auch die Parkanlagen des DARIUS und jüngeren CYRUS, die sogenannten Paradiese bei den Karawansereien an den grossen Poststrassen. Leider sind wir über die Einzelheiten des Gartenbaues nicht so weit unterrichtet, um beurtheilen zu können, ob die Pflege der Blumen schon damals dem entsprach, was wir jetzt unter rationeller Blumencultur verstehen, wenn aber der Ackerbau auf die Gartencultur einen Rückschluss gestattet, so müssen wir dies doch wohl annehmen. Künstlerische Principien sind jedenfalls schon beim orientalischen Gartenbau festzustellen.

Keinenfalls reine Empirie war die Heilmittellehre der orientalischen Völker. Wenn auch anzunehmen ist, dass die Chaldäer, wie in der Astronomie und Magie, so auch in der Heilkunde ziemlich fortgeschritten waren, so wissen wir doch eigentlich Genaueres auch nur wieder von Aegypten, zumal da bei den Israeliten das starke Gottvertrauen der Ausbildung der menschlichen Heilmittellehre enge Schranken zog. Bei den Aegyptern war sie hingegen eine im Dienste der Gottverehrung gepflegte Geheimlehre mit religiös-wissenschaftlichem Anstrich, und im speciellen Besitz der Priesterordnung der Pastophoren; es gab daher eine Art wissenschaftlicher Tempelschulen und in Heliopolis später sogar eine Art Hochschule für die besten Schüler, die dann Specialärzte wurden. Die Verquickung mit der Religion ging freilich so weit, dass nicht nur die Heilwissenschaft als solche von den Göttern abgeleitet wurde, sondern sogar manche Heilmittel direct göttlichen Ursprung hatten; so z. B. gab es ein göttliches Mittel gegen den Kopfschmerz, das Isis selbst für Ra bereitet hatte. Nichts desto weniger lässt sich ein wissenschaftlicher Anstrich dieser Disciplin nicht verkennen, während Ackerbau und Gartenkunst offenbar von Vorderasien aus Griechenland und somit Europa erobert haben, so kam die Heilmittellehre von Aegypten auf dem Wege über Griechenland zu uns.

Die engen culturellen Beziehungen **Griechenlands** zum Orient werden fortgesetzt durch die neueren Ausgrabungen in helleres Licht

gebracht, und wenn die Griechen ihrem Gott Dionysos die Erfindung des Weins, ihrer Göttin Demeter die Lehre des Getreidebaues und Päon, später Apoll, die Kenntniss der heilenden Kräuter zuschreiben, so kann dies schon deshalb nicht als ein Beweis autochthoner Ausbildung dieser Künste gelten, weil ja ihre Götter selbst nicht autochthon sind, sondern grossentheils mit orientalischen Gottheiten zusammenhängen. Weniger zu entschuldigen ist die Anmassung der Athener, dass alle Völker von ihrem Gerstenfelde bei der Stadt Eleusis den Getreidesamen erhalten hätten, welche Annahme darauf beruht, dass der Sage nach die Göttin Demeter den König Triptolemus zu Eleusis in der Kunst des Ackerbaues unterwiesen haben soll.

Die Heilmittellehre Griechenlands stand offenbar in enger Beziehung zu der ägyptischen Geheimlehre; AESCULAP, angeblich ein Schüler des Centauren Chiron, der die Lehre wiederum von Päon überkommen hatte, vererbte sie auf seine Nachkommen; später wurden AESCULAP wie einem Gott Tempel errichtet, die zu Schulen der Heilkunde wurden, in denen unter anderen HIPPOKRATES seine asclepiadische Weisheit holte, die er dann später philosophisch ausbaute; auch beide Eltern von ARISTOTELES leiteten ihr Geschlecht von AESCULAP ab, und ARISTOTELES selbst war in der Jugend Pharmakopol, was wir am besten mit Apotheker übersetzen können. Von seinem Schüler THEOPHRAST sind uns sogar die Grundzüge einer Heilmittellehre erhalten, und ausser den angeführten haben zahlreiche andere griechische Mediciner von Bedeutung diese Disciplin gefördert; die Zahl der Schriftsteller, die daran gearbeitet haben, muss eine äusserst beträchtliche gewesen sein, denn nach GALEN's Ausspruch gab es unter den alten Aerzten keinen, der nicht die Kenntniss der Heilkunde mehr oder weniger bereichert hätte; selbst die beiden königlichen Giftmischer ATTALOS von Pergamon und MITHRIDATES von Pontos sollen der Wissenschaft wenigstens einige heroische Medicamente geschenkt haben.

Auch für die Agricultur ist THEOPHRAST grundlegend. In seinem Werke „über die Geschichte der Pflanze" werden die Culturpflanzen gruppenweise in besonderen Kapiteln behandelt, so z. B. die Holzpflanzen, Standen, Gemüsepflanzen, das Getreide; das letzte Kapitel behandelt die Säfte und Arzneikräfte der Pflanzen. Sein anderes botanisches Werk „über die Ursachen der Pflanzen" behandelt Entstehen, Wachsthum und Vermehrung der Pflanzen, das Pfropfen, Oculiren, die Caprification etc.; das dritte Buch des Werkes behandelt die Veränderung der Pflanze durch Cultur und giebt die Grundlage einer Ackerbaulehre, indem Düngung, unter anderem auch Mischung der Bodenarten, Bewässerung, Bodenbearbeitung, Auswahl des Saatkorns, Säen, Pflanzen, Jäten, Beschneiden etc. behandelt

werden, ja selbst Anfänge der Pflanzenpathologie sind erkennbar, indem vor allem die Krankheiten des Getreides besprochen werden.

So erstaunlich uns auch das plötzliche Auftreten eines wissenschaftlich gehaltenen Werkes zu sein scheint, so darf man nicht übersehen, dass THEOPHRAST zweifellos eine grosse Anzahl Vorgänger gehabt hat, von denen er einige sogar selbst anführt, während wir von anderen durch sonstige Quellen den Namen kennen[1]). Im Gegensatz zu den Pharmaceuten (Rhizotomen und Pharmakopolen) wurden diese Agriculturbotaniker meist als Georgiker und Geoponiker zusammengefasst.

So bedeutend die Griechen auch als Theoretiker waren, so wenig scheinen sie doch die Landwirthschaft praktisch gefördert zu haben. Kaum eine einzige Neueinführung haben wir ihnen zu danken, es sei denn *Trigonella foenum graecum*, welche Pflanze aber wahrscheinlich auch wohl in Vorderasien schon vorher bekannt war, vor allem ist es merkwürdig, dass selbst Alexanders Züge bis Indien trotz der engen Beziehung des grossen Königs zu ARISTOTELES keine neuen Culturpflanzen zur Einführung brachten, was doch im Hinblick auf Reis, Baumwolle, Banane und Zuckerrohr nahe gelegen hätte.

Dass der Gartenbau, soweit es sich wenigstens um Zierpflanzen handelt, in Griechenland wenig gefördert wurde, ist begreiflich, da die Hellenen in engen Städten zusammen zu wohnen pflegten; soll doch EPIKUR der erste gewesen sein, der sich ein Gärtchen in der Stadt anlegte. Immerhin muss die Blumencultur schon eine gewisse Höhe erreicht haben, da gefüllte Rosen, Levkojen, Narcissen und Granatäpfelblüthen bekannt waren.

Im Gegensatz zu den Griechen verachteten die **Römer** die Theorie und hielten sich an die Praxis. In früheren Zeiten kümmerten sie sich um die Heilkunde wenig, um so mehr um praktischen Landbau. Bezeichnend ist CATO's Ausspruch: Virum bonum cum laudabant ita laudabant: bonum agricolam bonumque colonum. Trotzdem ist es ganz verkehrt, wenn VOLZ in seinen Beiträgen zur Culturgeschichte sagt: Die Römer können als Gründer der ökonomischen Botanik und der landwirthschaftlichen Doctrinen angesehen werden. Die ökonomische Botanik ist zweifelsohne, wie wir sehen, asiatischen Ursprungs; ob die landwirthschaftlichen Doctrinen hingegen zuerst in Carthago geschaffen sind, oder auch aus Vorder-

1) THEOPHRAST führt ANDROTION an, ARISTOTELES den CHARES von Paros und APOLLODOROS aus Lemnos; auch dem berühmten Philosophen DEMOKRIT aus Abdera wird ein Werk über Landbau zugeschrieben, und bei XENOPHON findet sich eine vollständige landwirthschaftliche Betriebsangabe; auch die zwei uns leider nicht erhaltenen Bücher des ARISTOTELES über die Pflanzen werden zweifellos schon wichtige agriculturbotanische Kapitel enthalten haben.

asien stammen, lässt sich noch nicht entscheiden. Hoffentlich werden uns dermaleinst babylonische Thoncylinder darüber Aufschluss verschaffen. Jedenfalls ist es bei der Abhängigkeit der carthagischen von der phönicischen Cultur höchst beachtenswerth, dass schon im 6. Jahrhundert v. Chr., also lange vor den griechischen Georgikern von dem Carthager MAGO 40 Bücher über die Landwirthschaft geschrieben worden sind, die in Rom für so bedeutend gehalten wurden, dass der Senat sie in's Lateinische übersetzen liess und der römische Landwirthschaftler COLUMELLA den Verfasser geradezu als „Vater der Landwirthschaft" bezeichnete. Immerhin wurde sowohl die praktische als in der späteren von Griechenland beeinflussten Zeit auch die theoretische Landwirthschaftslehre von den Römern stark gefördert; von vielen römischen Schriftstellern wie CATO, VARRO, COLUMELLA, VERGIL sind uns Schriften über Ackerbau erhalten, die neben Beschreibungen auch Betriebsregeln und Vorschriften enthalten, und noch viel mehr Agrarschriftsteller sind uns nur dem Namen nach bekannt. Namentlich die Düngelehre wurde weiter ausgebildet, man unterschied schon Stalldüngung, Gründüngung durch Lupinen, Aschendüngung, Düngung mit Abfällen und Vogelguano; die Lehre der Brache wurde gefördert, neben der Bewässerung war auch die Drainage mit Hohl- und Flachziegel bekannt, den Futterpflanzen wurde grosse Aufmerksamkeit geschenkt, neben Hacke und Egge kamen jetzt auch Schaufel und Walze auf, die Pflüge wurden mit Rädern und Streichbrettern versehen, die Gallier sollen sogar schon Mähmaschinen und Mergeldüngung gekannt haben, was sie gewiss auch von den Römern gelernt hatten.

Auch der Gartenbau kam in Rom, namentlich in der schwelgerischen Zeit der Kaiser, zu hoher Blüthe; die Zucht feiner Gemüse und kostbaren Tafelobstes wurde auf's Eifrigste gepflegt; was Vorderasien in Jahrtausende dauernder Cultur gesammelt und gezüchtet hatte, wurde nach Italien verpflanzt und verfeinert; namentlich der Weinbau nahm einen ungeahnten Aufschwung. Die Kunst des Treibens und Retardirens war bekannt, und in mit Marienglas gedeckten Gewächshäusern wurde Tafelobst, und zwar besonders Pfirsich und Trauben, sowie Gemüse gezogen.

Aber auch die Ziergärten standen in Rom in Ansehen; hatte schon TARQUINIUS SUPERBUS einen Ziergarten mit Mohn und Rosen, so wurden später die Gärten des LUCULLUS am Meerbusen von Neapel bei Bajae, sowie der Garten der Villa Hadriana im Sabinergebirge und der Park am goldenen Hause des NERO geradezu weltberühmt. Doch auch hier lag die Hauptförderung in praktischer Ausgestaltung, die Theorie und Wissenschaft wurde wenig gefördert, wenn auch der eben erwähnte COLUMELLA ein Lehrgedicht über den Gartenbau und ein Buch über Baumzucht verfasst hat.

Die Heilmittellehre kam erst mit griechischem Einfluss nach Rom, zuerst durch griechische Sklaven, und erst am Ende der Republik gelangten Aerzte wie ANTONIUS MUSA und sein Bruder EUPHORBUS zu grösserem Ansehen. Dem zu Augustus' Zeiten lebenden AEMILIUS MACER aus Verona wird ein Gedicht „de virtutibus herbarum“ und dem Philosophen LUCIUS ein Werk „de herbis“ zugeschrieben. Alles aber überstrahlt an weitreichender Bedeutung durch das ganze Mittelalter der cilicische Arzt DIOSCORIDES, denn was später während der Verfallzeit des römischen Reiches hinzukam durch Männer wie GALENUS, MARCELLUS EMPIRICUS, ORIBASIUS, AETIUS, PAULUS AEGINETA etc., ist nur eine Erweiterung in Bezug auf Einzelheiten und stellt keine wesentlichen weiteren Fortschritte dar.

So hatten denn im Alterthum drei der wichtigsten Fächer der angewandten Botanik, Heilmittellehre sowie die Landwirthschafts- und Gartenbaulehre schon eine systematische und daher als wissenschaftlich zu bezeichnende theoretische Ausbildung erlangt; alle Fragen nach Causalität waren freilich entweder ganz offen geblieben oder doch in sehr naiver Weise beantwortet worden. Eine Forstwissenschaft existirte überhaupt noch nicht und die botanische Technologie nur in Form einer durch Theorien nicht angekränkelten Empirie.

Das **Mittelalter** hat wie für die wissenschaftliche Botanik so auch für die angewandte keine neuen Bahnen erschlossen.

Zwar haben die Araber, aufbauend auf den alten Schriften, die Heilmittellehre um manche neue Thatsache bereichert und gut geordnete Apotheken begründet, wesentlich Neues aber nicht geleistet. Was die Landwirthschaft betrifft, so haben sie dieselbe zwar praktisch in den von ihnen eroberten Ländern zu ausserordentlicher Entwickelung gebracht, z. B. in Spanien und Sicilien, auch haben sie manche asiatische Culturpflanze, wie Zuckerrohr, Baumwolle und Reis, wahrscheinlich auch Krapp und Färberwaid, im Mittelmeergebiet verbreitet, die Lehre des Ackerbaues haben sie aber kaum gefördert. Auch der Gartenbau wurde nur praktisch vervollkommnet, und die Höfe der Paläste der Khalifen mit ihren Wasserkünsten, Orangenhainen und Blüthensträuchern müssen zwar von grosser Schönheit gewesen sein, principiell und theoretisch Neues haben sie aber nicht gebracht.

Das christliche Abendland, das durch die Stürme der Völkerwanderung den Zusammenhang mit dem klassischen Alterthum grossentheils verloren hatte, begann erst im 11. Jahrhundert durch die Benedictiner von Salerno und Monte Cassino wieder auf dem Umweg durch die arabischen Schriftsteller mit den Gelehrten des Alterthums bekannt zu werden. Erst die folgenden Jahrhunderte brachten der

Heilmittellehre eine Neubelebung, da dasjenige, was vorher einige isolirte Mönche, wie der Abt WALAFRIED STRABO und die Aebtissin HILDEGARDIS geleistet hatten, im Vergleich zu den Zusammenfassungen von DIOSCORIDES u. s. w. kaum genannt zu werden verdient. Weit bedeutender war zwar die Leistung von ALBERTUS MAGNUS um die Mitte des 13. Jahrhunderts, dessen Werk „de virtutibus herbarum" einen klaren und umfassenden Geist verräth, die eigentlichen Fortschritte der Heilmittellehre gingen aber von Salerno aus. Anfangs des 14. Jahrhunderts cultivirte MATTHAEUS SYLVATICUS daselbst sogar schon exotische, d. h. ägyptische und griechische Pflanzen. In Venedig gab es zu jener Zeit sogar schon einen öffentlichen medicinischen Garten, dessen Pflanzen von ANDR. AMADEI gemalt wurden. In dieselbe Zeit fällt auch das alphabetische Werk JACOB DE DONDI's über die officinellen Pflanzen, das Vorbild der vielen späteren Orti sanitatis und Kräuterbücher.

Auch die Landwirthschaft war durch die Völkerwanderung ausserordentlich heruntergekommen und die Lehre derselben völlig in Vergessenheit gerathen. Erst langjährigen Bemühungen Karls des Grossen gelang es, durch Musterwirthschaften bei seinen Villen wenigstens den praktischen Ackerbau etwas zu heben. Später wurden diese Bestrebungen unterstützt durch die Städte mit ihren speciell Garten-, Heil- und Industriepflanzen bauenden sog. Ackerbürgern, und in manchen Gegenden Deutschlands brachten holländische Colonisten die Bodencultur merklich in die Höhe. Eine Litteratur über die Landwirthschaft gab es in dieser scholastischen Spitzfindigkeiten gewidmeten Zeit natürlich kaum, nur mag erwähnt werden, dass der vielseitige ALBERTUS MAGNUS auch eine Abhandlung über die Landwirthschaft schrieb, und aus derselben Zeit stammt das von PETER VON CRESCENTIA geschriebene „opus ruralium commodorum".

Der Gartenbau muss durch die Klöster, wenigstens in praktischer Beziehung, mehr vor Verwahrlosung geschützt gewesen sein als der Landbau; auch Karl der Grosse bemühte sich um Einführung von Küchen- und Medicinalkräutern in die Gärten. Die Theorie des Gartenbaues wurde natürlich nicht im Mindesten beachtet, und eine Litteratur darüber gab es nicht, wenn man von einem uns erhaltenen Gedicht von WALAFRIED STRABO absieht, worin er eine Beschreibung des Klostergartens von Reichenau liefert.

Die **Neuzeit** der Botanik begann bekanntlich mit einer engen Anknüpfung an die Botanik des Alterthums, doch kam als Neues hinzu die Kritik wie die Beobachtung der Natur. Der blinde Glaube, dass DIOSCORIDES schon Alles erforscht und beschrieben habe und dass seine Pflanzen sich auch bei uns wiederfinden müssten, schwand nach heftigen Kämpfen dahin, und erst damit war der weiteren Forschung Thür und Thor geöffnet.

Für die Heilkunde kam freilich zunächst nicht viel dabei heraus, nur das Thatsachenmaterial wurde vermehrt und von jeder neu entdeckten Pflanze sorgfältig die Nutzanwendung notirt. Von grossem Einfluss auf die Entwickelung der Heilkunde wurde aber bald die Erschliessung von Ost- und Westindien, da viele der Fabeln und Märchen über die Herkunft der exotischen Drogen hierdurch zerstört wurden; die Werke von GARCIAS AB ORTA, ACOSTA, FERNANDEZ DE OVIDO Y VALDES und HERNANDEZ sind noch heute wichtige Quellenwerke, ebenso für den näheren Orient die Werke von RAUWOLF und PROSPER ALPINUS; auch die Holländer DODONAEUS, LOBELIUS, namentlich aber CLUSIUS haben sich durch Sammlung der Daten über fremde Medicinal- und Nutzpflanzen sehr verdient gemacht; später kamen auch RHEEDE's und RUMPH's bedeutende Werke über die Flora von Malabar und von Amboina hinzu.

Gleichzeitig entstanden die botanischen Gärten allerorts, zuerst in Italien, dann in Deutschland und Holland und schliesslich gegen Ende des 16. und Anfang des 17. Jahrhunderts auch in Frankreich; selbst Privatleute, wie der Nürnberger Arzt CAMERARIUS, legten medicinische Gärten an. Freilich kamen alle diese Bestrebungen bei der geringen Entwickelung von Physiologie und Anatomie sowie dem Fehlen jeder chemischen Kenntniss fast nur der beschreibenden Botanik zu Gute; das 16. bis 18. Jahrhundert trug eine gewaltige Masse Rohmaterial über die Heilpflanzen zusammen, wie man am Ende des 17. Jahrhunderts aus POMET's „Histoire générale des drogues", am Ende des 18. Jahrhunderts aus MURRAY's „Apparatus medicaminum" ersehen kann.

Auch die Landwirthschaft nahm in diesen Jahrhunderten wieder einen beträchtlichen Aufschwung, und Hand in Hand damit auch die Agriculturbotanik. Namentlich die vielfachen Neueinführungen amerikanischer Pflanzen, wie Mais, Kartoffeln, Tabak, Sonnenblume, Tomate wirkten anregend, auch neue Futterpflanzen wurden eingeführt, die Cultur von Buchweizen, Raps und Safran kam hinzu, der Wiesenbau wurde ausgestaltet und die Düngung sorgfältiger betrieben.

Anfang des 18. Jahrhunderts gestaltete sich dann die Landwirthschaft zu einer ausgesprochen wissenschaftlichen Disciplin um. Freilich wurde sie nicht wie heute als Naturwissenschaft behandelt, sondern als angewandte Cameralwissenschaft und wurde auch von den Lehrern dieses Wissenszweiges in den Universitäten gelehrt; jedoch trat dieser Schule der Cameralisten bald eine Schule der Empiriker entgegen, die gestützt auf die Naturwissenschaften und in Verbindung mit der Praxis gegen Mitte des Jahrhunderts den Sieg davontrug und landwirthschaftliche Lehrstühle an der Universität schuf. Freilich war weder Botanik, noch Chemie damals weit genug vorgeschritten, um der Landwirthschaftslehre eine tiefere Grundlage geben zu können,

es handelte sich in jener Periode meist nur um Verbreitung neuer Culturen und besseren Pflanzenmaterials, wie Rüben, Runkeln, Kartoffeln zu Brennereizwecken, um neue empirisch gefundene Düngemittel, wie Salpeter, Gyps, Knochenmehl, Salz, Tang u. s. w., um Verbesserungen des Betriebes, um Stallwirthschaft, künstlichen Futterbau, Bekämpfung von Brache und Trift, Verbesserung der Geräthe und Theorie derselben. Erst am Schlusse des Jahrhunderts begannen die grossen chemischen und physiologischen Entdeckungen eines PRIESTLEY, SAUSSURE, SENEBIER und INGENHOUSS einen mächtig umgestaltenden Einfluss auf die Landwirthschaftslehre auszuüben.

Auch der Gartenbau wurde in dieser Periode gleichsam wieder neu geschaffen; es entstanden die eigenartigen Gartenstyle der verschiedenen Länder, der italienische, holländische, englische und französische Styl, die Zahl der cultivirten Ziersträucher und Zierblumen wurde durch die Neueinführungen seitens der botanischen Gärten zusehends grösser, auch Obst- und Gemüsecultur bildeten sich weiter aus, und eine besondere Gartenbaulitteratur entstand schon im 16. Jahrhundert; das 17. Jahrhundert weist schon Dutzende von Büchern über Gartenbau und Obstzucht auf, und im 18. Jahrhundert entstanden dann die ersten umfassenden und für die Folgezeit grundlegenden Werke, wie DUHAMEL DU MONCEAU: „Traité des arbres et arbustes“, das 1754 in 2 Bänden erschienen, 1801—1809 eine zweite siebenbändige und 1808—1835 noch eine dritte sechsbändige Auflage erlebte, ferner HIRSCHFELD's fünfbändige „Theorie der Gartenkunde“, der gleichfalls eine zweite Auflage folgte. Auch diese bisher mehr als Kunst, denn als Wissenschaft angesehene Disciplin begann sich Ende des 18. Jahrhunderts wirklich im modernen Sinne wissenschaftlich zu vertiefen.

Als vierte Disciplin der angewandten Botanik begann sich die Forstwirthschaft in dieser Periode zu entwickeln. Noth lehrt beten, und erst als die Wälder sich im 16. und 17. Jahrhundert in Folge der vielen Kriege in beängstigender Weise zu lichten begannen, entstand eine zuerst freilich noch roh empirische Forstwirthschaftslehre. Analog der bei der Landwirthschaft geschilderten Entwickelung entstand dann im 18. Jahrhundert eine Art cameralistischer Forstökonomie, eine Art Systematik ohne inneren wissenschaftlichen Kern. Auch hier lehnte sich die Praxis dagegen auf, es entstanden private, meist nur von einem Lehrer geleitete Forstschulen ohne Zusammenhang mit der Universität; die erste öffentliche Forstschule wurde im Jahre 1770 in Berlin errichtet, der als einziger Lehrer bis zu seinem Tode im Jahre 1786 der Botaniker GLEDITSCH vorstand.

Auch die schon in der Besprechung des Alterthums kurz erwähnte botanische Technologie, die damals über eine rohe Empirie nicht hinausgekommen war, und die auch im Mittelalter

natürlich nicht völlig verschwunden war, trat wieder mehr in den Vordergrund, und zwar nicht nur in der Praxis, sondern auch in der Litteratur. Schon zu Beginn des 18. Jahrhunderts entstanden Bücher, wie VALENTINI's „Museum museorum oder Vollständige Schaubühne aller Materialien und Specereyen“ sowie LEMERY's „Vollständiges Materialien-Lexicon“; MARPERGER's „In Natur- und Kunstsachen neu eröffnetes Kaufmannsmagazin“ erlebte noch 1765 eine vierte Auflage. Auch diese Disciplin errang am Ende des Jahrhunderts eine etwas wissenschaftliche Grundlage, wie KERNER's „Handlungsprodukte aus dem Pflanzenreich“ (1781) beweist, vor Allem aber BÖHMER's „Technische Geschichte der Pflanzen, welche bei Handwerken, Künsten und Manufacturen bereits im Gebrauch sind“. Kritik und ein den ursächlichen Verhältnissen nachgehendes Studium muss man freilich selbst hier nicht erwarten.

Das **19. Jahrhundert** zeigt uns nun einen gewaltigen Aufschwung in allen Gebieten der angewandten Botanik.

Die Heilmittellehre entwickelte sich allmählich über eine pharmaceutische Botanik hinaus zu der wissenschaftlich durchaus gefestigten Disciplin der Pharmakognosie, und ich brauche nur Namen wie GUIBOURT, PEREIRA, FLÜCKIGER und HANBURY zu nennen, um den Aufschwung dieser Disciplin zu kennzeichnen. Die namentlich in den letzten Jahrzehnten überaus geförderte Kenntniss der wärmeren Gegenden hat uns auch mit dem Ursprung der schwerer zugänglichen Drogen näher bekannt gemacht, Anatomie und Chemie hat die innere Kenntniss derselben vertieft, und schon besitzen wir einige wissenschaftlich gehaltene Monographien einzelner Drogen, von denen die ganze Kenntniss derselben nach den verschiedensten Seiten und unter Berücksichtigung der Geschichte behandelt wird. Nach dieser Richtung liegt freilich noch ein weites Feld für strenge Kritik offen; aber auch die für den Arzneischatz wichtigen Pflanzen werden noch beträchtlich vermehrt werden können, beginnt man doch erst in aller neuester Zeit mit einer systematischen Absuchung des gesammten Pflanzenreiches. Gerade hierin kann die neuerdings so mächtig geförderte systematische Botanik werthvolle Fingerzeige geben, die in den Tropen entstehenden botanischen Gärten schaffen und cultiviren das Material und werden in Zukunft immer mehr selbst Mittelpunkte für pharmakognostische Studien werden. Versuche, durch Cultur und verbesserte Erntebereitung die wirksamen Stoffe quantitativ zu vermehren und qualitativ zu verbessern, werden, wie bei der Chinarinde, so auch bei vielen anderen Heilmitteln zu bedeutenden Erfolgen führen, und es hat durchaus nicht den Anschein, als sollten diejenigen Recht behalten, die prophezeien, dass die Pharmakognosie sich schliesslich vollständig von der Botanik loslöst und der Chemie anheimfällt.

Ebenso wie es eine botanische Heilmittellehre oder Pharma-

kognosie giebt, sollte sich auch in Zukunft eine botanische Schädlichkeitslehre oder Blabognosie[1]), wie ich diese Disciplin nennen möchte, entwickeln. Die Grundlagen hierzu sind schon vorhanden. Einerseits gehört die von den Pharmakologen hauptsächlich gepflegte botanische Toxikognosie hierzu, andererseits die von den medicinischen Pathologen und Anatomen zumeist behandelte Bacteriognosie und pflanzliche Parasitenlehre, ferner die von den Hygienikern in neuester Zeit mehr beachtete Kenntniss der pflanzlichen Organismen in Trinkwässern und Abwässern, sowie schliesslich die für die Landwirthschaft so wichtigen pflanzlichen Parasiten der Nutzgewächse; auch die Lehre der Fälschungen von Nahrungsmitteln etc. gehört in gewissem Sinne hierzu.

Es mag sein, dass die bisherige Zerstückelung dieser Disciplin in mancher Beziehung ihre Vortheile hat, da das praktisch hervorragend Wichtige auf diese Weise natürlich am meisten berücksichtigt wird, immerhin wird eine von der Botanik ausgehende systematische Erforschung der Schädlichkeiten doch zu Resultaten führen, welche die mehr sprungweise und von Zufälligkeiten abhängige Forschung seitens der Förderer der im einzelnen Falle betroffenen Wissenschaft nicht wird erreichen können. Es ist deshalb mit Freuden zu begrüssen, dass das Reichsgesundheitsamt sich sowohl bei den bacteriologischen und Nahrungsmitteluntersuchungen, als auch bei den neuerdings organisirten Wasseruntersuchungen der Mithülfe wissenschaftlicher Botaniker bedient; dass sowohl an der pathogenen Bacteriologie, als auch an der pflanzlichen Parasitenkunde der Nutzpflanzen, an letzterer fast ausschliesslich, Botaniker betheiligt sind, braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden; es fehlt demnach fast nur noch die Zusammenfassung, um aus lediglich anderen Wissenschaften dienenden Hilfsdisciplinen eine besondere Disciplin der angewandten Botanik zu machen.

Die Landwirthschaftslehre hat sich im 19. Jahrhundert gleichfalls durch Anwendung streng wissenschaftlicher Principien eng an die naturwissenschaftlichen Fächer, speciell an die Botanik und Chemie gekettet. Da die Lehre der Landwirthschaft an den Universitäten ohne directe praktische Uebungen nicht mehr genügte, so schuf Thaer, der eigentliche Begründer der wissenschaftlichen Landwirthschaftslehre, im Jahre 1806 die erste höhere landwirthschaftliche Lehranstalt in Moeglin; bald entwickelte sich eine Reihe ähnlicher Musteranstalten ausserhalb der Universitäten, zuerst im Zusammenhang mit Musterwirthschaften, später ohne solche, während die landwirthschaftliche Lehre, wie sie an den Universitäten getrieben wurde, noch lange die Verbindung mit der Praxis entbehren musste. Erst

1) *τὸ βλάβος, ἡ βλάβη*, die Schädigung; *βλάπτειν* schädigen.

nach heftigem Kampfe, an dem sich namentlich auch LIEBIG 1861 betheiligte, wurden die meisten landwirthschaftlichen Hochschulen wieder mit den Universitäten verbunden. Der Einfluss, den die Botanik auf die Landwirthschaftslehre und diese wieder auf die Botanik ausgeübt hat, ist stets bedeutend gewesen, ohne Pflanzenphysiologie wäre eine rationelle Düngelehre unmöglich, die Bedeutung der Pflanzenpathologie in der Landwirthschaft befindet sich in aufsteigender Richtung, und die ganze Lehre des Fruchtwechsels, der Stickstoffsammlung, der Nitrification beruht auf botanischen resp. angewandt botanischen Forschungen. Während diese Disciplinen der Botanik auch in Zukunft die Agricultur weiter beeinflussen werden, lässt sich wohl voraussehen, dass auch die Systematik, die sich schon jetzt mehr der Lehre der Varietätenbildung zuwendet, wieder einen hervorragenden Einfluss auf die Landwirthschaft erlangen wird, speciell auch durch schärfere Definirung der klimatischen Factoren und durch die wissenschaftliche Erforschung der Beziehungen der einzelnen Pflanzenarten, Varietäten und Rassen zu Boden und Klima.

Bezieht sich das Gesagte auf die heimische Landwirthschaft, so liegen der Botanik noch weit grössere Aufgaben in Bezug auf die tropische Landwirthschaft ob, die erst neuerdings das Stadium wissenschaftlicher Vertiefung betreten hat. Wir haben zwar schon zusammmenfassende Werke über tropische Landwirthschaft aus der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, z. B. PORTER's „Tropical agriculturist“ vom Jahre 1833, aber erst DE STURLER's „Handboek voor de landbouw in Nederlandsch Oost Indie“ (1863), SIMMOND's „Tropical agriculture“ (1877) und namentlich VAN GORKOM's „Oostindische Cultures“ (1884) dringen tiefer in die Materie ein, während SEMLER's „Tropische Agricultur“ (1886—1888) schon durch die populäre und stark individuelle Schreibweise ausserordentlichen Einfluss auf die tropische Landwirthschaft gehabt hat. Seitdem ist ein grosser Aufschwung in dieser Disciplin zu verzeichnen, namentlich gefördert durch die neuere intensive, sich auch auf die Tropen erstreckende Colonialpolitik Frankreichs und Deutschlands. Während in den älteren englischen und holländischen Colonien schon seit längerer Zeit den Pflanzungsinteressen gewidmete Zeitschriften existiren, freilich meist sehr minderen Werthes und ohne wissenschaftliche Bedeutung, hat sich in Deutschland und Frankreich von vorn herein das Bestreben gezeigt, auch die Litteratur wissenschaftlich zu vertiefen; dies war z. B. das Ziel bei der 1896 begründeten „Zeitschrift für tropische Landwirthschaft, der Tropenpflanzer“ und der bald darauf nach demselben Muster in Paris begründeten „Revue des cultures coloniales“, zwei Zeitschriften, denen weder England, noch Holland Aehnliches entgegenzustellen haben, wenn auch der mehr

commercielle „Indische Mercuur“ sichtlich bestrebt ist, auch in wissenschaftlicher Beziehung auf der Höhe zu bleiben.

Selbstverständlich wird eine Zeit kommen, wo die tropische Landwirthschaft vor allem in den Tropen selbst wissenschaftlich gefördert werden wird. Schon jetzt sind die Grundlagen dazu gelegt in den grossen, meist mit landwirthschaftlichen Versuchsgärten verknüpften botanischen Gärten, die immer mehr das Bestreben zeigen, durch Einfügung von Laboratorien sich in vollständige wissenschaftliche Versuchsstationen umzuwandeln. Allen voran steht bekanntlich der Garten in Buitenzorg, „s'lands Plantentuin“, eine Organisation von einer Grossartigkeit, wie sie sich sonst nirgends wiederfindet; aber auch Peradeniya in Ceylon hat kürzlich ein Laboratorium erhalten, ebenso sind die Engländer in Westindien jetzt sehr thätig, indem sie die Inseln mit einem Netz planmässig geleiteter botanisch-agricultureller Stationen und Gärten überzogen haben. Aber auch der deutsche botanische Garten in Victoria in Kamerun ist im Begriffe, sich weiter auszubilden, und schon ist ein Laboratorium im Bau und ein Chemiker dort angestellt. Auch Deutsch-Ostafrika wird demnächst in Usambara einen grösseren botanischen Garten mit Versuchsstation und Laboratorium erhalten.

Weitere Bestrebungen richten sich auf die Schaffung eines ähnlichen Institutes auf Neu-Guinea, d. h. Kaiser-Wilhelms-Land, und zwar sind schon die einleitenden Schritte hierzu gethan. — Was Togo betrifft, so muss der kleine Garten an der Küste vorläufig genügen, bis das werthvolle Binnenland durch eine Eisenbahn eröffnet sein wird; da es sich hierbei nur um eine kurze Stichbahn handelt, die auch sonst für die wirthschaftliche Erschliessung des näheren Hinterlandes absolut nothwendig ist, so ist mit Bestimmtheit zu erwarten, dass die diesbezüglichen Vorschläge in der einen oder anderen Weise bald zur Ausführung gelangen werden. Die von dem colonialwirthschaftlichen Comité im Innern, 100 Kilometer von der Küste, im letzten Jahre begründete Baumwollversuchsfarm wird wohl auch für den späteren botanischen Garten den Krystallisationspunkt bilden. Ein so grosses Institut, wie das in Kamerun, ist natürlich in Togo weder erforderlich, noch erreichbar. — Samoa wird sich wohl nur mit einem kleineren Versuchsgarten begnügen müssen, wenngleich auch dort ein wissenschaftlich gebildeter Botaniker unbedingt nöthig ist; das gleiche gilt vom Bismarck-Archipel im Gegensatz zu den Marschallinseln, Karolinen, Jalaninseln und Marianen, bei denen wohl nur colonialwirthschaftlich ausgebildete Gärtner genügen dürften, die dem im Bismarck-Archipel ansässigen Gelehrten unterstellt sein müssten. — Was schliesslich Deutsch-Südwestafrika betrifft, so ist daselbst schon die Grundlage zu einem grösseren Institute durch eine kleine Forststation nahe Windhoek gelegt. Ein grösserer Forst-

garten ist unerlässlich zur Anzucht und zum Studium der Lebensverhältnisse der für eine Aufforstung in Betracht kommenden Bäume, ebenso aber verlangt das Studium der Weidegräser und -Kräuter, sowie der Ackerbau Versuchsfelder, so dass sich naturgemäss nach und nach der Wirkungskreis dieser momentan noch recht bescheidenen Station wird erweitern müssen.

Wir sehen also, die landwirthschaftliche Botanik der Tropen hat in der nächsten Zukunft noch eine bedeutende Entwickelung vor sich, und hoffentlich wird es Deutschland sein, welches die Führerrolle übernehmen wird, die es in der heimischen Landwirthschaft so unbestritten bisher inne gehabt hat. Es gilt, hier in Deutschland die Centrale zu schaffen, die einerseits die Verbindung der verschiedenen zukünftigen Institute in den Colonien aufrecht erhält, event. denselben auch Directiven geben kann, andererseits die specielle Ausbildung der landwirthschaftlichen Botaniker und Gärtner für die Tropen übernimmt, so dass von dieser Centrale aus nicht nur die deutschen Colonien mit wissenschaftlich und technisch ausgebildeten Landwirthschaftlern versehen werden, sondern ebenso auch die anderen tropischen Länder, soweit sie sich nicht selbst mit geeigneten Leuten versorgen können, wobei natürlich besonders die südamerikanischen Republiken in Frage kommen, denen wir in analoger Weise schon jetzt Hochschullehrer, Chemiker und Techniker liefern.

Haben wir uns in Bezug auf die gegenwärtige und zukünftige Entwickelung der landwirthschaftlichen Botanik, namentlich der tropischen, etwas länger aufgehalten, so können wir uns in Bezug auf die gärtnerische und forstwirthschaftliche Botanik kürzer fassen.

Der Einfluss der Botanik auf die Gärtnerei im letzten Jahrhundert ist ein ganz gewaltiger gewesen, und noch heute wirkt die wissenschaftliche Botanik in jeder Weise befruchtend auf den Gartenbau, namentlich vermittelst der Gartenbau-, Obst- und Weinbauschulen, sowie der Gärtnerlehranstalten, an denen meist auch Botaniker als Leiter oder Lehrer thätig sind; ebenso durch die Gartenbauvereine, von denen eine Anzahl durch wissenschaftliche Botaniker geleitet wird, zum Theil auch durch die gärtnerische Presse, wenngleich ein grosser Procentsatz der gärtnerischen Blätter nicht gerade auf wissenschaftliche Bedeutung Anspruch machen kann. Unseres Erachtens liegt dies zum Theil daran, dass im Gegensatz zu den landwirthschaftlichen Hochschulen die meisten gärtnerischen Lehranstalten keinen unmittelbaren Zusammenhang mit der Universität haben. Eine organische Verbindung der höheren gärtnerischen Lehranstalten mit der Universität würde nicht nur den Stand der gärtnerischen Praktiker geistig und social heben, sowie strebsamen Gärtnern die momentan für sie so schwer erreichbare wissenschaftliche Vertiefung in ihrem Berufe gewähren, sondern auch die Botanik würde umgekehrt

mancherlei Anregung durch eine engere und vielseitigere Verbindung mit der gärtnerischen Praxis erlangen. Der Zusammenhang der Botanik mit dem Gartenbau durch die Universitätsgärten ist zwar in gewissem Sinne ein Ersatz, genügt aber doch wohl nicht, um die wünschenswerthe gegenseitige Durchdringung der angewandten Disciplin und der hauptsächlichen Mutterwissenschaft zu gewährleisten; dazu bedarf es in höherem Grade als bisher einer die Universitätslehrer in engere Fühlung mit den Fragen der Gartenbaulehre bringenden Organisation.

Aehnlich ist es mit der Forstwissenschaft; auch auf diese übte die Botanik im verflossenen Jahrhundert einen hervorragenden Einfluss. Die Musterschulen des vorhergehenden Jahrhunderts lösten sich zwar zum Theil auf, die anderen wurden aber dafür vom Staate übernommen, und eine Reihe anderer forstwissenschaftlicher Hochschulen wurde neu begründet. Nur ein kleiner Theil derselben wurde mehr oder weniger den Universitäten angegliedert, wie in Giessen, Tübingen, München, andere wurden mit einem Polytechnicum vereinigt, wie in Karlsruhe und Zürich, viele andere blieben aber isolirt. Wenn man auch anerkennen muss, dass bei forstwirthschaftlichen Schulen wegen der häufig den Universitätsstädten fehlenden Waldbestände eine Angliederung an die Universitäten schwieriger durchzuführen ist, als bei den landwirthschaftlichen Hochschulen, so würde, wo immer es nur möglich ist, eine enge Verbindung im beiderseitigen Interesse vorzuziehen sein, für die Universitäten wegen der vielseitigen Anregungen seitens der mehr in der Praxis stehenden Collegen, und weil die sich verändernden Bedürfnisse der in der Entwickelung fortschreitenden angewandten Disciplinen häufig auch die Quelle für neue wissenschaftliche Richtungen werden, für die forstwirthschaftlichen Anstalten, weil durch die Verbindung mit der Universität ein grösseres und mannigfaltigeres Lehrmaterial zur Verfügung stehen würde, und weil die wissenschaftliche Vertiefung der Wissenschaft auf diese Weise mehr gefördert werden dürfte.

Auch hier ist es nothwendig, mit einigen Worten der colonialen oder besser gesagt der tropischen resp. subtropischen Forstwirthschaft zu gedenken. Sie steckt noch ganz in ihren Anfängen: wir haben noch kein einziges, dieselbe als ganzes behandelndes Werk; auch die Principien sind noch zu finden und auszubauen. Selbst in der Praxis ist noch wenig geschehen, wenn man von der unter Forstleuten stehenden Verwaltung der Teak-(Djati)Waldungen Javas sowie von der durch den deutschen Botaniker DIETRICH BRANDIS eingerichteten Forstverwaltung Vorderindiens absieht, welch letztere sich bis vor Kurzem gleichfalls hauptsächlich mit den Teakwaldungen befasste und erst neuerdings auch die gemischten Wälder des Himalaya, der Terai und der Djungles Nordwest-Indiens mehr berücksichtigt.

Mit Freude können wir constatiren, dass schon einige Jahre nach der Besitzergreifung Deutsch-Ostafrikas die dortige Regierung begonnen hat, durch den Schutz der Mangrovewaldungen daselbst den Beginn einer geregelten Forstverwaltung zu schaffen. Wir sind fest davon überzeugt, dass ebenso wie die deutsche Forstwissenschaft der Lehrmeister der Holländer in Java und der Engländer in Indien gewesen ist, die in unseren Colonien im Anschluss an die dort zu errichtenden botanischen Gärten auszubildende wissenschaftliche tropische Forstkunde früher oder später den gesammten Tropen vorbildlich werden wird, mit dem Erfolg, dass der momentan noch fast überall in den warmen Gegenden betriebenen rücksichtslosen Raubwirthschaft der Wälder ein Ende gemacht werden wird. Sicher ist es aber, dass bei diesen Bestrebungen gleichzeitig auch manche werthvolle Frucht für die wissenschaftliche Botanik abfallen wird.

Zum Schluss kommen wir zur Besprechung der Entwickelung der botanischen Technologie, die wir am Ende des 18. Jahrhunderts als eben aufkeimende Wissenschaft verlassen hatten. Auch sie hat sich seitdem zu einer vollberechtigten Disciplin entwickelt, und nur äussere Gründe sind es, die es bisher verhindert haben, dass sie sich als eine ebenso ausgebildete und gesonderte Wissenschaft darstellt, wie die Heilmittellehre und Landwirthschaftskunde. Häufig bezeichnet man die botanische Technologie mit dem Wort botanische Warenkunde; mit Unrecht, denn einerseits ist das Wort Warenkunde zu vielsagend, da auch complicirte Kunstproducte und fertige Fabrikate unter den Begriff Warenkunde fallen müssen, deren Beurtheilung mit der Botanik nichts oder nur wenig zu thun hat; andererseits ist der Begriff der Warenkunde für unsere Disciplin zu eng, da es sich nicht nur um Kenntniss und Beurtheilung von Waren, also Gegenständen des Verkehrs, handelt, sondern um die Kenntniss und Beurtheilung aller vorhandenen botanischen Producte in Bezug auf ihre Verwerthungsmöglichkeiten. Das Wort botanische Rohstofflehre ist zwar eine weit bessere Bezeichnung der Disciplin, genügt aber auch nicht, weil nicht nur die Rohstoffe selbst, sondern auch ihre Verarbeitung in das Bereich dieser Disciplin fällt. Die in Frankreich und England beliebte Bezeichnung „ökonomische Botanik“, was wir im Deutschen vielleicht besser mit dem Worte „Wirthschaftsbotanik“ ausdrücken würden, geht hingegen etwas zu weit, da diese Bezeichnung im Grunde genommen nur ein anderer Ausdruck für „angewandte Botanik“ ist und also auch die pharmakognostische, Agricultur-, Horticultur- und Forstbotanik zu der ökonomischen Botanik gehören.

Wenn eben gesagt wurde, dass die botanische Technologie sich noch nicht ganz als eine gesonderte Wissenschaft darstellt, so ist damit nicht gemeint, dass in dieser Disciplin nicht wissenschaftlich

gearbeitet werde; es fehlt eben nur an eigenen Heimstätten dafür. In Ermangelung derselben ist es vor allem die Pharmakognosie gewesen, die viele Fragen dieser Schwesterwissenschaft bearbeitet hat, was ihr um so leichter wurde, als sie über die auch für die technologische Botanik so wichtigen chemischen Hilfsmittel verfügt. Ausgehend von den wirklichen Heilmitteln, wandten sich die Pharmakognosten auch den Hilfsproducten ihrer Disciplin wie Kautschuk und Guttapercha, Kork, Baumwolle etc. zu, ferner auch den allgemeinen Nährmitteln, und bearbeiteten sie, als seien es Medicamente. Namentlich die Genussmittel, die thatsächlich ja zum Theil auch als Medicamente dienen, wie Kaffee, Kakao, Thee, Guarana, Kola, und der pharmakognostischen Arbeitsweise günstig lagen, wurden besser behandelt, wenn auch natürlich nur unter gewissen Gesichtspunkten, während alle auf Production und Productionsmöglichkeit, Statistiken, Handel, Consum etc., sowie auf die Geschichte bezüglichen Fragen entweder gar nicht oder in sehr unvollkommener Weise zur Bearbeitung gelangten, und auch die wissenschaftliche Botanik bei diesen Arbeiten häufig nicht zu ihrem Recht kommt. Trotzdem sind diese Arbeiten ebenso wie diejenigen der Hygieniker und Mediciner über diese Gegenstände werthvoll, und das schon 1860 erschienene wenig bekannte, aber in seiner Art vorzügliche Buch von REICH, „Die Nahrungs- und Genussmittelkunde“, zeigt, wie früh diese Forschung schon eine systematische Tendenz angenommen hat. Freilich wird weder die Pharmakognosie, noch die Hygiene im Stande sein, erschöpfende Arbeiten nach dieser Richtung hin zu leisten.

Die anatomische und physiologische Botanik hat sich speciell der Rohstofflehre im engeren Sinne angenommen, und dank der durch WIESNER eingeleiteten wissenschaftlichen Behandlung der Fragen bedeutende Erfolge erzielt. Die Fortschritte dieses Theiles der Wissenschaft werden am besten illustrirt durch einen Vergleich der jetzt erschienenen neuen und der 1873 publicirten ersten Auflage von WIESNER's „Rohstoffen aus dem Pflanzenreich“.

Der systematisch botanische Theil dieser angewandten Disciplin, der in seinem Ursprung bis in's Alterthum zurückreicht, und dann von dem Wiederaufleben der Botanik im 16. an bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts vielfach gefördert wurde, sank im Laufe des 19. Jahrhunderts durch die Ueberfülle der aufgehäuften, nie kritisch bearbeiteten Thatsachen zu werthlosen Compilationen herab, wovon ROSENTHAL's „Synopsis plantarum diaphoricarum“ ein gutes Beispiel ist. Erst in den letzten Jahrzehnten haben mit dem Wiederaufblühen der Systematik auch diese Fragen ernstere Bearbeiter gefunden, wobei zuerst das botanische Museum in Kew sich rühmlich auszeichnete, während jetzt wohl dem Berliner botanischen Museum die Palme zugesprochen werden muss.

Während bis vor Kurzem die eigentliche wirthschaftliche Seite dieser Disciplin nirgends eingehend behandelt wurde, und nur wenige nationaloekonomische Arbeiten in dieses Gebiet fielen, die natürlich bei dem Fehlen naturwissenschaftlicher Vorbildung der Autoren an manchen Mängeln leiden mussten, so sind jetzt einige coloniale Institute diejenigen Stätten, an denen derartige Arbeiten gefördert werden; es ist hierbei zuerst der Colonialmuseen in Haarlem und in Marseille zu gedenken, andererseits aber auch des colonialwirthschaftlichen Comités zu Berlin.

Im Gegensatz hierzu ist es auffallend, wie wenig bisher von Instituten, die mit dem Handel in engerer Verbindung stehen, in dieser Richtung geleistet wurde, einige Publicationen der Wiener Handelsakademie sowie die schätzbaren Arbeiten des Museums für Warenkunde in Hamburg, welch letzteres aber mehr ein rein wissenschaftliches als ein Handelsinstitut ist, sind fast die einzigen hierfür in Betracht kommenden Beispiele. Es ist zu hoffen, dass durch die neu begründeten Handelsakademien diese Seite der botanischen Technologie mehr gefördert wird als bisher.

Aber sowohl die Colonialmuseen als auch die Handelsinstitute leiden an gewissen Beschränkungen; sie sind ebenso wie die botanischen und pharmakognostischen Institute nur im Stande, gewisse Seiten der botanischen Technologie zu cultiviren. Es fehlt an Instituten, wo die Gesammtheit der in Betracht kommenden Fragen der botanischen Technologie bearbeitet werden soll und bearbeitet werden kann, wo die nöthigen botanischen, chemischen, technologischen und litterarischen Hilfsmittel vereinigt sind, wo man weder Rücksicht zu nehmen hat auf die Erreichung wissenschaftlicher Ergebnisse wie in den wissenschaftlich botanischen und pharmakognostischen Instituten, noch auf die Erzielung unmittelbarer praktischer Resultate, wie in den Colonial- und Handelsmuseen. Es müssen Gelegenheiten geschaffen werden, wo wissenschaftlich vorgebildete Leute auch breiter angelegte Untersuchungen mit praktischen Zielen anstellen können, ohne Rücksicht auf und in voller Unabhängigkeit von momentanen Wünschen des Handels, der Industrie oder der Landwirthschaft. Das beständige Arbeiten von Fall zu Fall liefert selten wichtige Ergebnisse, namentlich gilt dies von einem Gebiet, wo erst die Methoden auszuarbeiten und zu verbessern sind. Die ganze Untersuchung namentlich der technischen Producte, der Harze, des Gummi, des Kautschuk, der Fasern, der Hölzer etc. hat noch etwas Laienhaftes an sich, derart, das manche sogar überhaupt an der wissenschaftlichen Fixirung der vom Techniker erwünschten Eigenschaften verzweifeln und nur die Empirie gelten lassen wollen. Während durch Ausbildung wissenschaftlicher Methoden die Chemiker in der chemischen Technologie selbst bahnbrechend

vorangehen, sind vorläufig die botanischen Technologen noch vielfach darauf angewiesen, sich bei Praktikern Rath zu holen, anstatt sie zu belehren; sie sind noch die Schleppenträger der Praxis und sollten ihre Führer sein.

Sind dagegen erst die Bedürfnisse der Technik, auch was botanische Rohstoffe und Waren betrifft, wissenschaftlich formulirt — und an der Möglichkeit der Ausarbeitung strenger Methoden kann man nicht zweifeln — so wird die botanische Technologie eine ganz andere Bedeutung, auch für die Praxis, erlangen als bisher. Eine wachsende Zahl von Industriezweigen wird dann solche Leute benöthigen, welche nicht nur ihr Fach beherrschen, sondern auch botanisch technologisch die genügende Vorbildung haben. Während bisher nur Chemiker und Pharmaceuten für solche Industrien in Betracht kommen, dürfte später in der Kautschuk- und Guttaperchaindustrie, in den Fabriken von fetten und ätherischen Oelen, in der Gerbstoff- und Farbenindustrie, in Webereien und Holzverwerthungsfabriken, sowie in der Industrie von Nahrungs- und Genussmitteln auch eine gewisse Beherrschung der botanischen Technologie verlangt werden.

Schon wegen der Bedeutung, welche diese Disciplin für die Handelschemiker und Pharmaceuten gewinnen kann, ist es rathsam, die betreffenden Institute von vornherein den Universitäten anzugliedern, damit dieselben den Universitätsstudenten ohne Weiteres zugänglich sind. An den grossen Universitäten würden praktische Uebungen und Vorlesungen wohl schon bald auf genügenden Zuspruch rechnen können, namentlich wenn auch Fabrikanten, Technikern etc. gestattet würde, zu hospitiren. Natürlich müsste die Disciplin als Naturwissenschaft behandelt und möglichst experimentell gelehrt werden, wenn auch von nationalökonomischen Gesichtspunkten ausgehend, jedenfalls aber müsste der trockene geographische oder statistische Schematismus vermieden werden, wie er in den meisten Werken über Warenkunde und Handelsgeographie, selbst bis in die neueste Zeit hinein, in Erscheinung tritt.

Dass solche Institute auch besonders der colonialen Entwickelung dienen könnten, liegt auf der Hand. Einerseits würden die späteren Leiter der landwirthschaftlichen Versuchsstationen in den Colonien und auch die höheren Verwaltungsbeamten mit Nutzen daselbst Curse durchmachen, auch würden wohl gebildete Landwirthe und Kaufleute sich gelegentlich während des Heimathsurlaubes an denselben betheiligen, andererseits würden aber, und darauf möchte ich ganz besonders hinweisen, viele für die colonial-wirthschaftliche Entwickelung äusserst wichtige Fragen dort bearbeitet werden, sei es auf Veranlassung der colonialen Centralbehörde resp. der Gouvernements der einzelnen Colonien, sei es aus eigener Initiative.

Wir würden auf diese Weise einen Stab von Leuten heranbilden können, die dank ihres umfassenden wirthschaftlichen und technischen Wissens im Stande sind, in dem scharfen Wettstreit der verschiedenen Colonialgebiete unter einander den heimischen Colonien zum Siege zu verhelfen, andererseits aber auch einen Centralpunkt schaffen für die wissenschaftlich-wirthschaftlichen colonialen Bestrebungen. Von hier aus würden die wirthschaftlichen Beamten in den Colonien, die in ihrer Isolirung so leicht in Unthätigkeit versinken, dauernd angespornt werden, und hier würden sie auch in ihren Wünschen und Plänen die für sie in ihrer Isolirung schon moralisch so dringend nothwendige Unterstützung finden. Auf diese Weise wird eine unabhängige und doch wirksame Arbeitsorganisation zwischen Colonien und Mutterland geschaffen, und nur durch eine solche werden wir im colonialen Wirthschaftskampf bestehen können.

Man wird vielleicht einwenden, diese Concentration der colonialwirthschaftlichen Arbeiten sei am besten durch ein Colonialmuseum zu bewerkstelligen, doch ist darauf zu erwidern, dass selbst, wenn wir ein ernstes colonialwirthschaftliches Museum dermaleinst in Deutschland erlangen würden — das jetzige Colonialmuseum ist bekanntlich nichts weiter als eine private coloniale Schaustellung — eine enge Verbindung desselben mit einem angewandt - wissenschaftlichen Universitäts-Institute nur erwünscht sein könnte, und dass beide Institutionen sich keine Concurrenz machen, sondern sich im Gegentheil gegenseitig ergänzen würden; vor allem aber ist zu betonen, dass einem botanisch-technologischen Institut in gewissem Sinne viel weitere, in anderem engere Aufgaben gestellt sind als einem Colonialmuseum.

Auch ein anderer Einwand, dass die einzelnen Industrien, der Handel oder die überseeische Landwirthschaft sich schon selbst helfen werden, ist nicht stichhaltig. Nur kräftige wirthschaftliche Organisationen sind im Stande, ihre eigenen Gelehrten für Lösung praktischer Aufgaben zu beschäftigen, und auch diese können sie nicht heranbilden. Bei den botanisch-technologischen Fragen handelt es sich aber zum allergeringsten Theil um Schutz oder weitere Ausbildung schon bestehender grosser wirthschaftlicher Organisationen, sondern weit mehr um Herausarbeitung neuer Objecte des Landbaues, des Handels und der Industrie.

Um dies zu verdeutlichen, sei es gestattet, an einigen Beispielen zu zeigen, welche Bedeutung ein solches Institut für die wirthschaftliche Entwickelung Deutschlands und seiner Colonien event. erlangen könnte. Ich möchte hierbei nur einige actuelle Fragen berühren, und zwar aus der colonialen Sphäre, nicht etwa, weil es im Bereiche unserer heimischen Technik nicht auch gleich wichtige Fragen giebt,

sondern weil mir erstere zufällig genauer bekannt sind und ich sie daher besser übersehen kann.

Bekanntlich ist eine der wichtigsten Fragen der heutigen Colonialwirthschaft die sog. Ramiefrage, d. h. die Frage, ob es möglich ist, aus dem wunderschönen und äusserst haltbaren Fasermaterial der *Boehmeria nivea* ein im Welthandel concurrenzfähiges Handelsproduct herzustellen. Die Schwierigkeit ist einerseits eine culturelle, andererseits eine chemische, maschinelle und technische, endlich aber auch eine Frage des Consums, d. h. der Nutzanwendung, der Verarbeitung, des Preises etc. Von wem soll momentan eine fördernde Bearbeitung dieser mannigfaltigen Frage ausgehen? Keine Fabrik, kein Landwirth, kein Kaufmann hat ein Interesse daran, da die Ueberwindung der in seiner Wirkungssphäre liegenden Schwierigkeiten ihm persönlich keinerlei Nutzen bringen würde. Da muss es nun eine Organisation geben, welche die verschiedenen Fragen gleichzeitig in die Hand nimmt und ihre Lösung förderte. Würden z. B. die Maschinenbauer durch Preise zu einer Ausstellung von Ramiemaschinen angespornt, wird gleichzeitig von den botanischen Gärten in warmen Gegenden die Cultur studirt und werden Pflanzer durch Prämien angeregt, grössere Quantitäten eines gut bearbeiteten Productes zu liefern, werden ferner auch die Schifffahrtsgesellschaften veranlasst, im Interesse der zukünftigen Entwickelung Frachten zu bewilligen und zu garantiren, wie sie eigentlich erst durch eine Grossproduction berechtigt erscheinen, und werden schliesslich Fabriken unter Garantie gewisser Lieferungen veranlasst, ihre Spindeln und Webstühle daraufhin einzurichten, so erscheint es möglich, Deutschland zu einem Mittelpunkt einer zukünftigen Ramieindustrie zu machen. Aber die Sache muss von irgend einer ganz neutralen und deshalb von allen betheiligten Factoren respectirten Seite in die Hand genommen und organisirt werden, sonst scheitert sie doch irgendwo. Das ist z. B. der Grund, warum trotz der vielen Bemühungen in Frankreich, trotz Ramiecongressen etc. die Frage immer noch in der Schwebe geblieben ist. Geschieht von deutscher Seite nichts in der Art, so wird schliesslich doch wohl die Folge die sein, dass das in dieser Beziehung sehr viel regere Frankreich die Frage löst und damit der unbestrittene Mittelpunkt für diese neue Industrie wird. Sollten dann wirklich später einmal anderswo grössere Ramieindustrie-Centren entstehen, so würden doch die französischen Häfen den Hauptmarkt für Ramie behalten, da die Erfahrung lehrt, dass der Handel gewöhnlich bei den Märkten bleibt, die zuerst eine gesicherte Position in dem betreffenden Artikel erreicht haben, wie z. B. Liverpool für Baumwolle, Bremen für Reis, Hamburg für Kaffee und, um einen neueren Artikel zu nennen, für Quebracho massgebend geblieben sind.

Eine andere Frage, die speciell Hamburg eng berührt, ist die Zukunft des Cacaobaues in Kamerun. Man ist der Ansicht, dass die Bitterkeit des bisher dort erzeugten Productes, welche diesen Cacao nur als Beimischung werthvoll macht, nur so lange die jetzigen genügend hohen Preise dieser Sorte zulassen wird, als die Quantitäten, die von Kamerun kommen, noch relativ geringe sind; wir würden uns in wenigen Jahren auf einen starken Preisfall, wenn nicht auf Unverkäuflichkeit dieser Sorte gefasst machen müssen, was die Plantagen, in die viele Millionen investirt sind, natürlich dem Ruin zuführen müsste. Da gilt es nun, die Ursachen der Bitterkeit ausfindig zu machen, resp. ein Verfahren, den Bohnen die Bitterkeit zu nehmen; ausserdem sind gleichzeitig andere Sorten einzuführen, um für den Fall, dass eine Verbesserung der indigenen Sorte nicht möglich ist, sofort Ersatzsorten an der Hand zu haben. Der letztere Theil dieser Fragen ist schon durch das colonialwirthschaftliche Comité vermittelst der Reise des Dr. PREUSS, Leiters des botanischen Gartens in Kamerun-Victoria, gelöst worden; der erstere Theil kann mit Erfolg nur in einem botanisch-chemischen Institut in Angriff genommen werden.

Eine recht wichtige Frage ist ferner die Einführung von Kautschuk- und Guttaperchaculturen in unsere Colonien;[1]) wenn auch das rein culturelle dabei von den tropischen Gärten ausgebildet werden muss und die Einführung der Sorten wohl durch die Verbindungen unserer botanischen Gärten resp. durch dafür ausgerüstete Expeditionen besorgt werden kann, so giebt es doch gerade in dieser noch sehr entwickelungsfähigen Cultur und Industrie eine Menge zum Theil kaum angeschnittener Fragen, die nur in hiesigen Instituten und theilweise auch nur durch eine Combination von Praktikern und Gelehrten gelöst werden können. Dasjenige Volk, welches hier die besten Resultate erzielt, wird auch die Kautschuk- und Guttaperchacultur am weitesten ausdehnen können und den grössten Handel in diesen Waaren erlangen.[2])

---

1) Dass der cultivirte Kautschuk den wilden in Bezug auf den Preis zu unterbieten vermag, kann schon jetzt als sicher angenommen werden; bei Guttapercha ist die Cultur in Folge der abnehmenden wilden Bestände geradezu eine Lebensfrage der Kabelindustrie; wenn Deutschland oder andere Staaten nicht bald sich energisch auf Guttaperchacultur werfen, so gerathen wir später in Bezug auf Guttapercha in vollständigste Abhängigkeit von Holland, welches in Java diese Cultur schon im Grossen aufgenommen hat.

2) Dass es bei der Kautschukcultur zu einem ernsten Wettstreit kommen wird, lässt sich schon jetzt erkennen, da die Engländer in den Straits und Trinidad, die Holländer auf Java und Sumatra, die Nordamerikaner speciell in Mexico und die Deutschen in Kamerun und Neu-Guinea die Cultur schon im Grossen betreiben. Es handelt sich hier also darum: 1. nicht zu spät zu kommen und 2. die besten Methoden auszuarbeiten.

Was ältere Handelsartikel betrifft, so möchte ich nur auf Thee und Cinchonarinde hinweisen, für welche Artikel wir nur dann grössere primäre Märkte erlangen können, wenn es gelingen wird, diese Culturen in unseren Colonien in grösserem Massstabe einzuführen. Dieses ist aber nur dann möglich, bei der schon jetzt herrschenden Ueberproduction in Indien für Thee, in Java für Cinchona, wenn in der einen oder anderen Weise, durch Cultur, bessere Erntemethoden oder neue Fabrikationsart, ein Vorsprung errungen werden kann. Es wird dies zwar nicht leicht sein, immerhin ist es möglich, und da wird es die Aufgabe des botanisch-technologischen Institutes sein, die verschiedenen darauf bezüglichen Untersuchungen theils selbst anzustellen, theils zu veranlassen, vor allem aber, wo es Noth thut, die dafür erforderlichen grösseren Arbeitsorganisationen in die Hand zu nehmen[1]).

Dass es eine grosse Zahl ähnlicher und zum Theil noch wichtigerer Fragen der productionswirthschaftlichen und commerciellen Botanik giebt, die nur durch systematische und gut organisirte Arbeit zu Gunsten Deutschlands entschieden werden können, liegt auf der Hand. Ich will nur noch auf die durch die Ergebnisse der BUSSE-schen Expedition nach Deutsch-Ostafrika näher gerückte Möglichkeit hinweisen, eine Cultur von Gummi arabicum auszuarbeiten, was auch nur durch combinirte Arbeit verschiedener Factoren, der tropischen Agricultur, des Handels, der Fabrikation und der botanischen und chemischen Analyse möglich sein wird, wozu die Organisation gleichfalls durch das oben geschilderte Institut in die Hand genommen werden könnte. Selbstverständlich gilt das Gleiche für Copal, dessen Bildung ebenfalls auf pathologische, leicht künstlich hervorzurufende Ursachen zurückgeführt werden muss, ebenso wie wir es vom Perubalsam wissen, dessen Cultur thatsächlich schon im Grossen betrieben wird und dessen Einführung in unsere Colonien im letzten Jahre hoffentlich auch den Beginn einer Cultur dieses Baumes daselbst bedeuten wird. Auch die Cultur von Elemi und Dammarharz, Copaivabalsam, Benzoë, Myrrhe und Weihrauch könnte versucht werden, wie überhaupt die Cultur der Secrete (z. B. auch des Kamphers) noch zu vielerlei Arbeiten mit wichtigem, praktischem Hintergrund Veranlassung geben wird, die aber weder allein in chemischen, noch in botanischen Instituten genügend behandelt werden können, da meist eine combinirte Organisation in Verbindung mit dem Handel, der Fabrikation und der tropischen Landwirthschaft dafür erforderlich ist.

---

1) Um welche Summen es sich bei diesen Fragen handelt, mag man daraus ermessen, dass allein die relativ kleine Insel Ceylon jetzt 60 Millionen Kilo Thee im Werthe von ca. 70 Millionen Mark jährlich producirt. Dass der Chininconsum in Folge der jetzt in Angriff genommenen systematischen Malariabekämpfung gewaltig zunehmen wird, ist gleichfalls sicher.

Aehnlich ist es mit den ätherischen Oelen, von denen gewiss viele bisher wegen ihres zerstreuten Vorkommens nicht in den Handel gelangende Ingredienzen sich bei geeigneter Cultur, Ausarbeitung der Ernte- und Fabrikationsmethoden, unter Berücksichtigung der Handelsusancen und der Wünsche der Fabrikation, bald einbürgern würden. Für den Kenner der Tropen brauche ich nur auf *Aglaia odoratissima*, *Pandanus odoratissimus*, *Horsfieldia Iryaghedhi*, *Plumeria*, *Mimusops Elengi* hinzuweisen, um einige schon für die Eingeborenen als Blumenparfum werthvolle, im Handel noch unbekannte Stoffe anzuführen, die sich aber gewiss ebenso Eingang verschaffen würden, wie *Ylang-Ylang*, *Champaca*, *Acacia Farnesiana* etc.[1])

Auch unter den Faserpflanzen und Rohstoffen für Papierbereitung dürfte es noch manches für den Handel Wichtige geben, das zwar schon wissenschaftlich bekannt ist, aber erst nach Ueberwindung vieler Hindernisse durch rationell angestellte Vorarbeiten der rentablen Cultur zugänglich gemacht werden kann. Ich erinnere nur an die grossen Sansevierien Deutsch-Ostafrikas, an manche bisher nur wild bekannte Pita-Fasern von amerikanischen Bromeliaceen, an Ixtleagaven, an Zacaton, einen bedeutenden Handelsartikel Mexikos, an die wilde Dattel als Ersatz der sogenannten Indiafaser von *Chamaerops humilis*, an die grossen tropisch-afrikanischen Steppengramineen als Ersatz der Halfa etc. etc.; ferner an die überaus wichtige technische Verbesserung der Manila-Hanfcultur, bekanntlich des besten Materiales für Schiffstaue, die es unseren Colonien ermöglichen würde, den Wettstreit mit den Philippinen aufzunehmen.

Auch in Bezug auf die Fette ist noch manche Cultur auszuarbeiten oder durch Verbesserung der Fabrikation rentabler zu machen. Ich erinnere nur an die noch heut zu Tage trotz ihrer gewaltigen Ausdehnung überaus primitive Erntebereitung des Palmöles von *Elaeis*, an die nur auf die Cultur wartende Sheabutter von *Butyrospermum Parkii*, an *Allanblackia Stuhlmannii*, *Pentadesma butyraceum*, die Pflanzentalg haltigen Dipterocarpaceen Borneos etc.

Ebenso ist die Cultur und Fabrikation der Gerbstoffe grosser Ausdehnung und erheblicher Verbesserungen fähig, die zum Theil abhängig sind von unserem Wissen über Bildung und Zersetzung derselben. Auch hier werden nur combinirte Arbeiten grössere prak-

---

1) Die Furcht vor Verdrängung der pflanzlichen ätherischen Oele durch künstlich hergestellte ist unberechtigt; wenigstens haben bisher die vielen künstlichen Riechstoffe, Vanillin, Ionon, Rosen- und Neroliöl, Cumarin, Geraniol etc. trotz ihrer relativen Billigkeit den natürlichen Parfums keinen Schaden gethan. Es fehlen ihnen stets bestimmte Eigenschaften, die einen Zusatz von Naturstoffen wünschenswerth machen; da diese so gemischten Parfums wegen ihrer Billigkeit eine weit grössere Verwendung erlangen als die früheren Naturparfums, so hebt sich gleichzeitig auch der Consum der natürlichen ätherischen Oele.

tische Erfolge haben: bei der Unzahl vorhandener Rohmaterialien wird es sich darum handeln, die für jedes Gebiet am Besten passenden Arten ausfindig zu machen, und dann successive die vielen ihrer rentablen Verwerthung entgegen stehenden Hindernisse zu beseitigen.

Während es sich bei den meisten Producten nur um einen Kampf der verschiedenen an der Production interessirten Länder unter einander handelt, so dreht sich der Wettstreit bei den Farbstoffen auch gleichzeitig um den Kampf gegen die Chemie, welche dieselben bekanntlich nicht aus lebenden Pflanzen, sondern aus den Producten früherer Lebewesen, aus Kohle und Petroleum herzustellen versucht. Wenn die Chemie aus einigen grossen Erfolgen die Hoffnung schöpfte, bei allen Farbstoffen siegreich aus dem Wettstreit hervorzugehen, so erscheint den wenigen, welche auch die Productionsverhältnisse der natürlichen Farbstoffe zu übersehen vermögen, die Sache doch noch durchaus nicht gewiss zu sein. Ist das Ausgangsmaterial der Chemie auch meist billig und genügend vorhanden, so ist doch die Synthese meist complicirt und theuer. Wirklich erfolgreich ist die Chemie bisher nur in der Verdrängung der Krappwurzelcultur durch das künstlich aus Anthracen hergestellte Alizarin gewesen, und in den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts wurde in kurzer Zeit die Krappcultur des Mittelmeergebietes, von Frankreich, Elsass, Holland und Schlesien durch die deutsche Alizarinindustrie verdrängt[1]). Trotzdem hat sich die Krappcultur noch heute im Orient und Indien erhalten, und es ist noch nicht einmal sicher, ob sie nicht, durch europäische Intelligenz verbessert, als Eingeborenencultur auch heute noch in grossem Massstabe gegenüber dem Kunstproduct concurrenzfähig sein würde. Auch die Zurückdrängung der Cochenillencultur kann man zu Gunsten der Chemie anführen, jedoch handelt es sich hierbei um ein thierisches Product, nicht um ein pflanzliches.

Viel folgenschwerer ist jedenfalls der augenblicklich tobende Kampf zwischen künstlichem und natürlichem Indigo, und gerade dies ist ein klassisches Beispiel für die Nothwendigkeit, dass die technologische Botanik Organisationen schafft, um besser als bisher die Rechte der Landwirthschaft und des Handels mit pflanzlichen Rohstoffen gegen Angriffe seitens der Chemie vertheidigen zu können. Bei dem principiellen Interesse dieses interessanten Kampfes lohnt es sich schon, etwas näher auf den Kampf um den Indigo einzugehen.

Bekanntlich glaubte man schon im Jahre 1880 in Folge der BAYER'schen Indigo-Synthese aus Orthonitrophenylpropiolsäure, die

1) 1869 wurde erst eine Tonne Alizarin producirt, 1876 betrug die Production Deutschlands an Alizarinpaste schon 4000 Tonnen und stieg bald auf über 10 000 Tonnen im Werthe von 30 Millionen Mark.

Todesstunde der Indigocultur sei gekommen, aber die Methode scheiterte in der Praxis an der Unmöglichkeit der Beschaffung genügender Quantitäten von Toluol. HEUMANN's Synthese des Indigo aus Phenylglykoll und Aetzkali vom Jahre 1890, sowie einige andere gleichzeitige Entdeckungen führten zu dem in genügender Quantität verfügbaren Naphthalin als Ausgangspunkt. Noch war zwar eine Reihe anderer Schwierigkeiten zu überwinden, aber es gelang durch methodische, unablässige Arbeit innerhalb 17 Jahren und durch ein geradezu grossartiges Ineinandergreifen der verschiedensten technischen und chemischen Processe, die Herstellung Schritt für Schritt so zu verbilligen, dass schliesslich die Concurrenz mit dem natürlichen Indigo aufgenommen werden konnte. Für diese Versuche hat die Badische Anilin- und Sodafabrik nach dem Berichte von Dr. BRUNCK, des Directors der Fabrik, nicht weniger als 18 Millionen Mark ausgegeben. Wie weit aber der Erfolg schon jetzt die Arbeit gekrönt hat, geht daraus hervor, dass die Indigoeinfuhr nach Deutschland in den Jahren 1895 bis 1900 von 17 945 *Dz* auf 5644 *Dz* zurückgegangen ist, während die Ausfuhr in den gleichen Jahren von 658 *Dz* auf 18 728 *Dz* gestiegen ist. Im Jahre 1895 zahlte Deutschland noch 21,5 Millionen Mark für Indigo an das Ausland, und erhielt 8,2 Mill. Mark für die Ausfuhr zurück; im Jahre 1900 zahlte es nur noch 4 Mill. Mark und erhielt 9,3 Mill. Mark zurück. Sollte der natürliche Indigo gänzlich verdrängt werden, so würde die angewandte Chemie einen jährlichen Betrag von 50 bis 60 Mill. Mark der angewandten Botanik abgerungen haben; schon jetzt produciren die genannte Fabrik, sowie die Farbwerke MEISTER, LUCIUS & BRÜNING zusammen ein Fünftel des Weltconsums an Indigo.

Was hat nun gegenüber diesen gewaltigen zwanzigjährigen Bemühungen der Chemie die tropische Landwirthschaft für die Indigocultur gethan? Der Kampf wurde wirklich mit sehr ungleichen Mitteln geführt. Auf der einen Seite eine alle Fortschritte der Wissenschaft und Technik benutzende, concentrirt arbeitende und über enorme Mittel verfügende Organisation, auf der anderen Seite die unwissenden, von niemand unterstützten indischen Indigobauern und einige wenige auf einem relativ recht geringen Bildungsniveau stehende und mit geringen Mitteln arbeitende holländische oder englische Pflanzer in Java und Indien. Was konnte es da nützen, dass sich vor einigen Jahren letztere zusammenschlossen und eine kleine isolirte und meist mit unwesentlichen Dingen belastete Versuchsstation in Klatten auf Java errichteten? Erst als im Jahre 1897 plötzlich die Concurrenz des Kunstindigos in ihrer ganzen Gefahr erkannt wurde, beauftragte man einen Gelehrten in Holland, für die Zeit von einem halben Jahr — denn weiter reichte das aufgebrachte Geld nicht — Versuche anzustellen, speciell über den vergleichsweisen Werth des

künstlichen und natürlichen Indigos. Die holländische Regierung sah ruhig zu, wie die javanische Indigoproduction von 904 000 *kg* im Jahre 1898 auf 566000 kg im Jahre 1901 fiel. Erst ganz neuerdings hat sich England resp. Britisch Indien aufgerafft, die kleine Summe von 50 000 Rupies (70 000 Mk.) auszuwerfen für Untersuchungen zur Verbesserung der Indigocultur, obgleich Britisch Indien 6—7 mal mehr Indigo fabricirt als Java. Das ist alles, was geschehen ist, es sei denn, dass die mehr zufälligen und privaten wissenschaftlichen Arbeiten einiger Botaniker in Holland, Deutschland und Oesterreich verzeichnet werden, deren Resultate aber für die Praxis meist nicht verwerthbar sind.

Wenn trotz der geringen bisherigen Verbesserungen in der Indigocultur und Erntebereitung dennoch die besseren Pflanzungen auf Java noch mit einem, wenn auch geringen Gewinn arbeiten, wenn in Britisch Indien sogar bisher die Production nur wenig abgenommen hat, trotzdem die Londoner Preisnotirungen für Mittelware des Pflanzenindigo von 4 sh. 2 d. p. lb. engl. im Jahre 1896 auf 3 sh. im Jahre 1900 gefallen sind[1]), so kann dies als ein Zeichen betrachtet werden, dass die pflanzliche Production des Indigo bei energischer Organisation durch die botanische Technologie und deren ernster, andauernder, wissenschaftlich-praktischer Arbeit vielleicht auch in Zukunft mit dem künstlichen Indigo wird concurriren können, ebenso wie sich ja Zuckerrohr und Zuckerrübe dauernd neben einander zu erhalten vermögen. Es handelt sich beim Indigo einerseits darum, bessere Varietäten resp. Arten zu züchten, wobei *Strobilanthes flaccidifolius*, *Lonchocarpus cyanescens*, *Marsdenia tinctoria* ev. in Betracht kommen könnten, andererseits die Cultur selbst durch Düngung, Lieferung bester und reinster Saat etc. zu verbessern, sowie auch die Gewinnung des Indigo aus den Blättern methodisch auf eine hohe Stufe zu bringen; daneben müssten aber auch die Creditverhältnisse, die Frachten, die Wünsche der Fabrikanten studirt und berücksichtigt werden, um durch viele kleine Verbilligungen die Concurrenzfähigkeit zu sichern.

Dies Beispiel berührt nun freilich Deutschland in geringem Masse, weil es bisher in unseren Colonien nur eine ganz minimale Indigocultur im tropischen Westafrika giebt; aber es hat für uns Botaniker ein ganz besonderes Interesse: zeigt es uns doch zu unserer Beschämung, wie weit unsere Wissenschaft gegenüber der angewandten Chemie zurückgeblieben ist.

D i e s e   u n s e r e   R ü c k s t ä n d i g k e i t   z u r   E r k e n n t n i s s   z u   b r i n g e n   u n d   d a d u r c h   v i e l l e i c h t   d e n   A n s t o s s   z u   g e b e n ,   d a s s   d i e   a n g e w a n d t e   B o t a n i k   a u s   i h r e m   n a i v e n   u n d   s o r g l o s e n

---

1) 1871 betrugen sie noch 9 sh. 6 d., 1891 6 sh. 10 d.

Kindheitsstadium heraustritt in das vorausschauende und vorsorgliche Mannesalter, dass sie sich an die Spitze stellt grosser und wachsender Organisationen, wie sie die moderne Zeit unbedingt fordert, dass sie sich mehr als bisher der vollen auf ihr lastenden Verantwortlichkeit bewusst wird, für die stetige und beschleunigte Entwickelung der wichtigsten Productionszweige unserer Cultur, das halte ich für das wesentlichste Ergebniss dieses kurzen Ueberblickes über Geschichte und Entwickelung der angewandten Botanik.

# Verzeichniss der Pflanzennamen.

# Mitgliederliste.

(Abgeschlossen am 20. April 1902).

## Ehrenmitglieder.

**Bornet**, Dr. **E.**, Membre de l'Institut de France in **Paris**, Quai de la Tournelle 27. Erwählt am 17. September 1884.

**Delpino, F.**, Professor der Botanik und Director des kgl. botanischen Gartens in **Neapel**. Erwählt am 1. December 1898.

**Hansen**, Dr. **E. Chr.**, Professor und Director der physiologischen Abtheilung des Carlsberg Laboratoriums in **Kopenhagen**. Erwählt am 24. September 1901.

**Hooker**, Sir **Jos.**, in **The Camp, Sunningdale**, Berkshire. (England). Erwählt am 17. September 1883.

**Philippi**, Dr. **R. A.**, jubilirter Director des Nationalmuseums in **Santiago** (Chile). Erwählt am 21. September 1897.

**Treub**, Dr. **Melchior**, Director des botanischen Gartens in **Buitenzorg** (Java) Erwählt am 24. September 1891.

**Vries**, Dr. **Hugo de**, Professor der Botanik an der Universität in **Amsterdam**. Erwählt am 24. September 1891.

**Warming**, Dr. **Eugen**, Professor der Botanik und Director des botanischen Museums, Mitglied der königl. Akademie der Wissenschaften in **Kopenhagen**. Erwählt am 24. September 1891.

**Woronin**, Dr. **M.**, ordentlicher Akademiker der kais. Akademie der Wissenschaften in **St. Petersburg**, Wasilii Ostroff, 9. Linie, Haus 2, Wohnung 12. Erwählt am 17. September 1895.

## Correspondirende Mitglieder.

**Balfour, J. Bailey**, Professor der Botanik an der Universität in **Edinburg.**

**Beccari, Odoardo**, vordem Director des botanischen Gartens und botan. Museums in Florenz, z. Z. in Baudino bei **Florenz**, Villa Beccari.

**Bonnier**, Dr. **Gaston**, Professor der Botanik an der Universität in **Paris**.

**Bower, F. O.**, Professor der Botanik an der Universität in **Glasgow**, Hillhead, 1. St. Johns Terrace.

**Christ**, Dr. **Hermann**, Oberlandesgerichtsrath in **Basel**, St. Jacobstr. 9.

**Crépin, F.**, Director des botanischen Gartens, Mitglied der Akademie der Wissenschaften in **Brüssel**, rue de l'Esplanade 8.

**Famintzin, A.**, emeritirter Professor der Botanik, Mitglied der kais. Akademie der Wissenschaften in **St. Petersburg**.

**Farlow**, Dr. **W. G.**, Professor der Botanik an der Universität **Cambridge**, Mass. (Vereinigte Staaten).

**Grunow, A.**, Chemiker in **Berndorf** bei Wien.

**Guignard**, Dr. **Léon**, Professor der Botanik an der Ecole supérieure de pharmacie, Mitglied des Institut de France, in **Paris**, 1 rue des Feuillantines.

**Henriques**, Dr. **J. A.**, Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens in **Coimbra** (Portugal).

**King**, Sir **George**, vordem Director des botanischen Gartens in **Calcutta**.

**Kjellman**, Dr. **G. R.**, Professor der Botanik an der Universität in **Upsala**.

**Millardet, A.**, Professor an der Faculté des sciences in **Bordeaux**, rue Bertrand de Goth 128.

**Nathorst**, Dr. **Alfred G.**, Professor und Director des paläontologischen Museums in **Stockholm**.

**Nawashin**, Dr. **S.**, Professor der Botanik in **Kiew**.

**Oliver, Daniel**, Professor der Botanik, Mitglied der Royal Society in **Kew** bei **London**.

**Oudemans**, Dr. **C. A. J. A.**, emeritirter Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens, Redacteur des „Nederlandsch kruidkundig Archief" in **Arnhem**.

**Renault**, Dr. **B.**, Aide-naturaliste de paléontologie végétale am Muséum d'histoire naturelle in **Paris**, 1 rue de la Collégiale.

**Rostrup, E.**, Lector an der Landbauhochschule in **Kopenhagen**.

**Saccardo**, Dr. **P. A.**, Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens in **Padua**.

**Thaxter**, Dr. **Roland**, Professor des Botanik an der Harvard-Universität in **Cambridge** (Mass.), 7 Scott Str.

**Van Tieghem, Ph.**, Professor der Botanik, Mitglied des Institut de France in **Paris**, 16 rue Vauquelin.

**Wittrock**, Dr. **V. B.**, Professor der Botanik und Director des botanischen Museums, Mitglied der königl. Akademie der Wissenschaften in **Stockholm**.

## Mitglieder[1]).

**Abromeit**, Dr. **Johannes**, Privatdocent der Botanik an der Universität, Assistent am botanischen Garten in **Königsberg** i. Pr., Kopernikusstrasse 10 A.

**Aderhold**, Dr. **Rudolf**, Regierungsrath im kaiserlichen Gesundheitsamt zu Berlin, **Charlottenburg**, Schillerstr. 115/116.

**Ambronn**, Dr. **H.**, Professor an der Universität und wissenschaftlicher Mitarbeiter an der optischen Werkstätte von CARL ZEISS in **Jena**, Saalbahnstr. 38

**Anderson**, Dr. **Alexander P.**, in **New-York**, City, Botanical Garden. Bronx Park. (U. S. A.).

**Andrée**, **Ad.**, Apothekenbesitzer in **Hannover**, Schiffgraben 36.

**Appel**, Dr. **Otto**, Hilfsarbeiter für Botanik am kais. Gesundheitsamt in **Charlottenburg**, Schlossstr. 67a.

**Arcangeli**. Dr. **Giovanni**, Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens in **Pisa**. (Italien.)

**Areschoug**, Dr. **F. W. C.**, ehemaliger Professor der Botanik an der Universität Lund, Mitglied der königl. Akademie der Wissenschaften in Stockholm, in **Lund** (Schweden).

**Arnoldi**, Dr. **Wladimir**, Privatdocent der Botanik an der Universität in **Moskau**, Merkanskaja 28.

**Artari**, Dr. **Alexander**, Privatdocent der Botanik in **Moskau**, Kaiserliche Technische Hochschule, Deutsche Strasse.

**Ascherson**, Dr. **P.**, Professor der Botanik an der Universität in **Berlin W.**, Bülowstr. 51, pt.

**Askenasy**, Dr. **Eugen**, Professor der Botanik an der Universität in **Heidelberg**, Ploeckstr. 77.

**Bachmann**, Dr. **E.**, Professor, Oberlehrer an der Realschule in **Plauen** im Voigtlande, Leissnerstr. 1.

**Bachmann**, Dr. **Hans**, Professor in **Luzern**.

**Baesecke**, **P.**, Apotheker in **Marburg i. H.**, Am Rudolfplatze 3.

**Barnêwitz**, **A.**, Professor am VON SALDERN'schen Realgymnasium in **Brandenburg a. H.**, Havelstr. 14, II.

**Bartke**, **R.**, Oberlehrer an der Realschule in **Schmalkalden**. Weidebrunner Chaussee No. 8.

**Baur**, Dr. **Erwin**, Assistent am zoologischen Institut in **Kiel**, Niemannsweg 147.

1) Die ausserordentlichen Mitglieder sind mit einem * bezeichnet.

**Beck**, Dr. **Günther**, Ritter **von Mannagetta**, Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens der deutschen Universität in **Prag** II, Weinberggasse 1965.

**Becker, H.**. Dr. med. in **Grahamstown** (Südafrika), Die Duveneck.

*__Behrens__. Dr. **Joh.**, Professor, Vorstand der grosserzogl. landwirthschaftlichen Versuchsanstalt **Augustenberg** bei **Grötzingen** (Baden).

**Behrens**, Dr. **W. J.**, Redacteur der Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie, in **Göttingen**.

**Belajeff, W.**, Professor der Botanik, Director der landw. Hochschule, **Novo-Alexandria**, Gouvernement Lublin.

**Benecke**, Professor Dr. **W.**, Privatdocent der Botanik, Botanisches Institut in **Kiel**.

**Berthold**, Dr. **G.**, Professor der Botanik und Director des pflanzenphysiologischen Institutes in **Göttingen**.

*__Beyer, R.__, Professor, Oberlehrer in **Berlin O.**, Raupachstr. 13, I.

**Bitter**, Dr. **Georg**, Assistent am botanischen Institut in **Münster** (Westfalen).

**Blasius**, Dr. **Wilhelm**, Geh. Hofrath, Professor und Director des herzoglichen botanischen Gartens und des herzoglichen naturhistorischen Museums in **Braunschweig**, Gaussstr. 17.

*__Blezinger, Richard__, Hofrath, in **Crailsheim** (Württemberg).

**Boergesen, Fr.**, scient. mag., Bibliothekar an der Bibliothek des botanischen Gartens in **Kopenhagen**, Oesterbrogade 18.

**Bohlin**, Dr. **Knut**, in **Stockholm**, Ostgotagaten 35a.

**Borzì, A.**, Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens und des pflanzenphysiologischen Instituts der königl. Universität in **Palermo**. (Italien.)

**Brand**, Dr. **Friedrich**, Arzt in **München**, Liebigstr. 3, III.

**Brandes, W.**, Apotheker in **Hannover**, Prinzenstr. 12a.

**Brandis**, Dr. **Dietrich**, Professor in **Bonn**, Kaiserstr. 21.

**Braungart**, Dr. **R.**, Professor in **München**, Fürstenstr. 18, I.

**Brehmer**, Dr. **W.**, Senator in **Lübeck**, Königstr. 57.

**Brendel, R.**, Fabrikant botanischer Modelle in **Grunewald** bei Berlin, Bismarck-Allée 37.

**Brick**, Dr. **C.**, Assistent am Botanischen Museum, Leiter der Station für Pflanzenschutz, in **Hamburg** V, St. Georgskirchhof 6, I.

**Briosi**, Dr. **Giovanni**, Professor der Botanik an der Universität und Director des Laboratorio crittogamico in **Pavia**. (Italien.)

**Bruns**, Dr. **Erich**, in **Barmen-Wichlinghausen**, Weststr. 38.

**Bubak**, Dr. **Franz**, Professor an der k. k. böhmischen technischen Hochschule in **Prag**, 1845, II.

**Buchenau**, Dr. **F.**, Professor, Director der Realschule am Doven Thor in **Bremen**, Contrescarpe 174.

**Bucherer**, Dr. **Emil**, in **Basel**, Jurastr. 54.

**Burchard**, Dr. **O.**, Vorstand der agric.-botan. Versuchsstation und Samenprüfungsanstalt in **Gross-Flottbek** bei Hamburg, Fritz Reuterstr. 7.

**Burgerstein**, Dr. **A.**, Gymnasialprofessor, Privatdocent der Botanik an der Universität in **Wien** II, Taborstr. 75.

**Burtt**, Dr. **A. H.**, Director of the Botanical Laboratory and Scientific Department in **York** (England).

**Busch**, Dr., in **Bremen**, Nordstr. 72.

**Büsgen**, Dr. **M.**, Professor der Botanik und Leiter des botanischen Gartens an der königl. preuss. Forstakademie in **Hann. Münden**, Bismarckstr. 606 a.

**Busse**, Dr. **Walter**, Privatdocent der Botanik an der Universität Berlin, wissenschaftl. Hilfsarbeiter im kaiserlichen Gesundheitsamte, in **Berlin W. 15**, Uhlandstr. 143.

**Campbell**, Dr. **Douglas H.**, Professor der Botanik an der Leland Stanford Junior University in **Palo Alto**, Californien (Ver. Staaten).

**Cavet**, Dr. **Louis**, Königlicher Garteninspector in **Wiesbaden**, Parkstrasse 42.

**Čelakovský**, Dr. **L. J.**, Professor der Botanik, Director des botanischen Gartens der böhmischen Universität und Custos am Museum des Königreichs Böhmen in **Prag**, Botanischer Garten der böhmischen Universität.

**Celakovský**, Dr. **Ladislav jun.**, honor. Docent der Botanik an der böhmischen technischen Hochschule in **Prag**, Benátecká ulice 433.

**Chodat**, Dr., Professor der Botanik an der Universität in **Genf.**

**Clark**, Dr. **James**, Professor der Botanik am Yorkshire College in **Leeds**, England.

**Conwentz**, Dr. **H.**, Professor, Director des Westpreussischen Provinzial-Museums in **Danzig.**

**Correns**, Dr. **Carl E.**, Professor der Botanik in **Leipzig**, Thalstr. 6 III.

**Czapek**, Dr. **Friedrich**, Professor der Botanik an der deutschen technischen Hochschule in **Prag.**

***Dalla Torre**, Dr. **Carl von**, Universitätsprofessor in **Innsbruck**, Meinhardstr. 12, II.

**Dalmer**, Dr. **Moritz**, Gymnasialoberlehrer in **Jena**, Lichtenhainer Weg 1 a.

**Damm**, Dr. **Otto**, städtischer Lehrer in **Charlottenburg**, Wilmersdorfer-Strasse 105 II.

**Darbishire**, Dr. **O. V.**, in **Manchester** (England), Owens College.

**Davis**, Dr. **Bradley Moore**, Associate-Professor an der Universität in **Chicago**, U. S. A.

**Detmer**, Dr. **W.**, Professor der Botanik an der Universität in **Jena.**

**Diels**, Dr. **L.**, Privatdocent der Botanik an der Universität in **Berlin W.**, Magdeburger Strasse 20.

*Dietel, Dr. P., Oberlehrer in **Glauchau**, Turnerstr. 19.
**Dingler**, Dr. **Hermann**, Professor der Botanik an der forstlichen Hochschule in **Aschaffenburg** (Bayern).
**Dohrn**, Dr. **A.**, Geheimer Regierungsrath, Professor und Director der zoologischen Station in **Neapel**.
**Dresler**, **E. F.**, Kantor a. D. in **Löwenberg** in Schlesien.
**Drude**, Dr. **Oskar**, Geh. Hofrath, Professor der Botanik an der königl. technischen Hochschule und Director des botanischen Gartens in **Dresden**, Königl. botanischer Garten.
**Duggar**, Dr. **M. Benjamin**, Professor, Bureau of Plant Industry, **Washington**, D. C. (U. S. A.).

**Eberdt**, Dr. **Oskar**, Bibliothekar der königlichen geologischen Landesanstalt, in **Deutsch-Wilmersdorf** bei Berlin, Kaiser-Allée 26/27, Villa Berea.
***Ebermayer**, Dr. **E.**, Geh. Hofrath, Professor in **München**.
**Edwall**, Dr. **Gustavo**, in **São Paulo**, E. U. do Brasil, Caixa do Correio 362.
**Engler**, Dr. **A.**, Geheimer Regierungsrath, Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens und Museums, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Dahlem** bei Berlin, königl. botanischer Garten.
**Errera**, Dr. **Léo**, Professor an der Universität, Mitglied der belgischen Akademie der Wissenschaften, in **Brüssel**, Rue de la Loi 38.
**Escombe**, **Fergusson**, in **Dublin** (Irland), 77 Waterloo Road.

**Falkenberg**, Dr. **Paul**, Professor der Botanik und Director des botan. Institutes und botanischen Gartens in **Rostock**.
**Farmer**, **J. B.**, M. A., Professor der Botanik in **London W.**, Claremont House, Wimbledon Common.
**Fedde**, Dr. **Friedrich**, in **Tarnowitz**.
**Feinberg**, Dr. med. **Ludwig**, Arzt in **Berlin W.**, Rankestr. 23.
**Feist**, Dr. **A.**, Gymnasialoberlehrer in **Braunschweig**. Celler Str. 73a.
**Figdor**, Dr. **W.**, Privatdocent an der k. k. Universität in **Wien** III. Beatrixgasse 27.
**Fischer**, Dr. **Alfred**, Professor der Botanik in **Basel**, Botanischer Garten.
**Fischer**, Dr. **Ed.**, Professor der Botanik in **Bern**, Gesellschaftsstr. 14.
**Fischer**, Dr. **Hugo**, Privatdocent der Botanik an der Universität in **Bonn**, Ermeckelstr. 12.
**Fischer von Waldheim**, Dr. **Alexander**, kais. russischer Geheimer Rath, Excellenz, emerit. ordentl. Professor der Botanik, Director des kaiserlichen botanischen Gartens in **St. Petersburg**.
**Fitting**, Dr. **Hans**, in **Leipzig**, Marienstr. 10, II.
**Flahault**, Dr., Professeur de l'Université, Directeur de l'Institut de Botanique in **Montpellier**.

**Focke**, Dr. **W. O.**, in **Bremen**, Steinernes Kreuz 2a.
**Forti**, Dr. **Achille**, in **Verona**, Via S. Eufemia. (Italien.)
**Foslie**, **M.**, Director der botanischen Abtheilung des Museums in **Trondhjem** in Norwegen.
**Freeman**, **W. G.**, Imperial Department of Agriculture, **Barbados** (Westindien).
**Freyn**, **J.**, in **Smichow** bei Prag, Jungmannstr. 3.
**Fritsch**, Dr. **Karl**, Professor der Botanik und Vorstand des botanischen Laboratoriums an der Universität in **Graz** (Steiermark), Alberstrasse 19.
**Fuchs**, Dr. **Coelestin Anton**, Pater am Gymnasium in **Komotau** (Böhmen).
**Fünfstück**, Dr. **Moritz**, Professor der Botanik an der königlichen technischen Hochschule in **Stuttgart**, Kernerstr. 29, I.
**Fürnrohr**, Dr. **Heinrich**, Vorstand der botanischen Gesellschaft in **Regensburg**.
**Gaidukov**, **N. M.**, in **St. Petersburg**, Botanisches Institut der kais. Universität, z. Z. in Berlin, NW., Dorotheenstr., Physiolog. Institut.
**Garcke**, Dr. **Aug.**, Geh. Regierungsrath, Professor der Botanik an der Universität, Custos am königl. botanischen Museum, in **Berlin SW.**, Gneisenaustr. 20.

**Gardiner**, **Walter M. A.**, F. R. S., Fellow and Bursar of Clare College in **Cambridge** (England), Hills Road 45.
***Geheeb**, **A.**, in **Freiburg i. Br.**, Göthestr. 39, II.
**Geiger**, Dr., Gymnasiallehrer in **Landshut i. B.**, Annaberg 44.
**Geisenheyner**, **L.**, Gymnasialoberlehrer in **Kreuznach**.
**Gibson**, Dr. **R. J. Harvey**, Professor der Botanik in **Liverpool**, Botanisches Institut, University College.
**Giesenhagen**, Dr. **Karl**, Professor der Botanik an der Universität in **München**, Thorwaldsenstr. 17, I.
**Giessler**, Dr. **Rudolf**, Custos am botanischen Institut in **Leipzig**, Sidonienstrasse 19.
**Gilg**, Dr. **Ernst**, Privatdocent der Botanik an der Universität, **Steglitz** bei Berlin, Neuer königl. Botanischer Garten.
**Gjurašin**, **Stjepan**, Dr., Professor am Mädchenlyceum in **Agram** (Croatien).
**Glück**, Dr. **Hugo**, Privatdocent der Botanik und Assistent am botanischen Institut der Universität in **Heidelberg**, Brückenstr. 18, I.
**Gobi**, Dr. **Chr.**, Professor der Botanik an der Universität in **St. Petersburg**, Wassilii Ostrow, Erste Linie, 54.
**Goebel**, Dr. **K.**, Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens, sowie des pflanzenphysiologischen Institutes in **München**, Friedenstr. 17, I.
**Goethart**, Dr **J. W. Chr.**, Conservator am Reichsherbarium in **Leiden** (Niederlande), Ryn-Schickade 78.

**Golenkin**, Dr., Privatdocent der Botanik an der Universität **Moskau**, Botanisches Institut der kaiserlichen Universität. Botanischer Garten.

**Goodale**, Dr. **George Lincoln**, Professor der Botanik an der Harvard-Universität in **Cambridge**, Mass. (Ver. Staaten).

**Graebner**, Dr. **P.**, Assistent am königl. botanischen Garten in Berlin, in **Gross-Lichterfelde**, Victoriastr. 8.

**Gran**, **H.**, Docent in **Bergen** (Norwegen), Fiskeriundersögelsernes Laboratorium.

**Grosser**, Dr. **Wilhelm**, Assistent am königl. botanischen Garten in **Breslau**, IX, Kreuzstr. 44b.

**Grube**, Stadtgartendirector in **Aachen.**

**Grüss**, Dr. **J.**, Oberlehrer in **Berlin N.**, Gartenstr. 177, II.

**Gürke**, Dr. **M.**, Custos am königl. botan. Museum zu Berlin in **Steglitz** bei Berlin, Rothenburger Strasse 10, II.

**Haberlandt**, Dr. **G.**, Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens in **Graz**, Elisabethstr. 16a.

**Hallier**, Dr. **Hans**. Assistent am Hamburgischen Botanischen Museum und am Botanischen Laboratorium für Warenkunde in **Hamburg 24**, Hohenfelder Str. 17 I.

**Hämmerle**, Dr. **J.**, Cand. an der Oberrealschule vor dem Holstenthor in **Hamburg**, Weidenstieg 11, II.

**Hanausek**, Dr. **T. F.**, k. k. Inspector und Professor in **Wien** VII., Breite Gasse 5.

**Hannig**, Dr. **E.**, Privatdocent der Botanik, Assistent am botanischen Institut der Universität in **Strassburg i. Els.**, Botanisches Institut.

**Hansen**, Dr. **Adolf**, Professor der Botanik, Director des botanischen Gartens in **Giessen.**

**Harms**, Dr. **H.**, wissenschaftlicher Beamter der königlichen Akademie, in **Schöneberg**-Berlin, Erdmannstr. 3.

**Harper**, **R. A.**, in **Madison**, Wisc. (U. S. A.), 423 N. Carroll Street.

**Hartwich**, Dr. **C.**, Professor der Pharmakognosie am Polytechnikum in **Zürich.**

**Haupt**, Dr. **Hugo**, in **Dresden-A.**, Dürerstr. 110.

**Hauptfleisch**, Dr. **Paul**, in **Stuttgart**, Bismarckstr. 34, I.

**Haussknecht**, **C.**, Hofrath, Professor in **Weimar.**

**Heering**, Dr. **W.**, in **Flensburg**, Friesische Str. 55.

**Hegelmaier**, Dr. **Fr.**, Professor der Botanik in **Tübingen**, Olgastrasse 5.

**Hegi**, Dr. in **Zürich**, **II.**, Pianogasse 10.

**Heinricher**, Dr. **E.**, Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens der Universität in **Innsbruck.**

**Heinsius**, Dr. **H. W.**, in **Amsterdam**, Vondelkerkstraat 10.

**Herpell**, **Gustav**, in **St. Goar.**

**Hesse**, Dr. **Rud.**, Director der landwirthschaftlichen Winterschule in **Marburg i. H.**, Barfüsserthor 26.

**Hesselmann**, **H.**, Licentiat der Philosophie, in **Stockholm**, Högskola.

**Heydrich**, **F.**, Rentner in **Wiesbaden**, Parkstr. 20.

**Hieronymus**, Dr. **Georg**, Professor, Custos am botanischen Museum zu Berlin, in **Schöneberg** bei Berlin, Hauptstr. 141.

**Hildebrand**, Dr. **F.**, Geh. Hofrath, Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens in **Freiburg** in Baden.

**Hinneberg**, Dr. **P.**, in **Altona-Ottensen**, Flottbeker Chaussée 29.

**Hinze**, Dr. **G.**, in **Kiel**, Hospitalstr. 28, II.

**Hiltner**, Dr., Regierungsrath am kaiserl. Gesundheitsamt zu **Berlin**, **NW.**

**Hobein**, Dr. **M.**, Chemiker in **München**, Gabelsbergerstr. 76 a.

**Höck**, Dr. **Fernando**, Oberlehrer in **Luckenwalde**, Breite Strasse 12/13.

***Hoffmann**, Dr. **Ferd.**, Oberlehrer in **Charlottenburg**, Spandauer Strasse 6.

**Höhnel**, Dr. **Fr.**, Ritter **von**, Professor an der technischen Hochschule in **Wien** IV., Karlsplatz 13.

**Holtermann**, Dr. **Carl**, Privatdocent der Botanik und Assistent am botanischen Institut der kgl. Universität in **Berlin NW.**, Dorotheenstrasse 5.

**Holzner**, Dr. **G.**, Professor a. D. in **München**, Louisenstr. 39, III.

***Horn**, **Paul**, Apotheker in **Waren** (Mecklenburg).

**Hunger**, Dr. **F. W. T.**, Botanischer Garten in **Buitenzorg** (Java).

**Jaap**, **O.**, Lehrer in **Hamburg-Borgfelde**, Henrietten-Allée 8.

**Jaczewski**, **Arthur von**, Vorsteher des pathologischen Laboratoriums am kais. botanischen Garten in **St. Petersburg**.

**Jahn**, Dr. **Eduard**, in **Berlin NW.**, Spenerstr. 22.

**Jensen**, **Hjalmar**, in 's Lands Plantentuin in **Buitenzorg** (Java).

**Jentys**, Dr. **Stephan**, in **Krakau**, Batorego 22.

**Johannsen**, Dr. **W. J.**, Lector der Pflanzenphysiologie an der königl. landwirthschaftlichen Hochschule und Vorstand des pflanzenphysiologischen Laboratoriums in **Kopenhagen**.

**Jones**, **Charles E.**, B. Sc., Royal College of Science, South Kensington, **London** SW.

**Jönsson**, Dr. **Bengt**, Professor der Botanik und Director des morphologisch-biologischen Museums in **Lund** (Schweden).

**Jost**, Dr. **Ludwig**, Professor der Botanik in **Strassburg i. Els.**, Ruprechtsau, Adlergasse 12.

**Issatschenko**, **Boris**, Directorgehülfe am bacteriologischen Laboratorium des Ministeriums für Ackerbau in **St. Petersburg**, Aptekarskii-Prospekt 14.

**Istvanffi**, **Gyula von** (**Schaarschmid**, **J.**), Director des königl. ungarischen ampelologischen Institutes in **Budapest** I., Attila utca 10, III.

**Kabát, Jos. Em.**, Zuckerfabriksdirector in **Welwarn** in Böhmen.
**Karsten**, Dr. **George**, Professor der Botanik in **Bonn**, Botanisches Institut der Universität, Arndtstr. 20.
**Katitsh, Danilo**, Gymnasialoberlehrer in **Kragujewatz** (Serbien).
**Keller**, Dr. **Robert**, Rector in **Winterthur**, Frollstr. 32 (Schweiz).
**Kienitz-Gerloff**, Dr. **F.**, Professor in **Weilburg**, Reg.-Bez. Wiesbaden.
**Kirchner**, Dr. **O.**, Professor der Botanik an der landwirthschaftlichen Akademie in **Hohenheim** bei Stuttgart.
**Klebahn**, Dr. **H.**, in **Hamburg 13**, Hoheluftchaussée 130.
**Klebs**, Dr. **Georg**, Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens in **Halle a. S.**
**Klein**, Dr. **Edmund**, Professor in **Diekirch** in Luxemburg.
**Klein**, Dr. **Jul.**, Professor am königl. ungarischen Josephs-Polytechnicum in **Budapest**.
**Klein**, Dr. **Ludwig**, Professor der Botanik, Director des botanischen Gartens, des botanischen und des bacteriologischen Institutes und der landwirthsch.-botan. Versuchsanstalt an der technischen Hochschule in **Karlsruhe** in Baden, Kaiserstr. 2 (Botanisches Institut).
**Klemm**, Dr. **P.**, in **Gautzsch** bei Leipzig, Bauverein.
**Kneucker, A.**, Redacteur der Allgemeinen botanischen Zeitschrift in **Karlsruhe i. B.**, Werderplatz 48.
**Kny**, Dr. **L.**, Geheimer Regierungsrath, Professor der Botanik, Director des pflanzenphysiologischen Institutes der Universität und des botanischen Institutes der königl. landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin, **Wilmersdorf** bei Berlin, Kaiser-Allée 92—93.
**Koch**, Dr. **Alfred**, Professor, Director des landwirthschaftlich-bacteriologischen Institutes an der Universität Göttingen, Herausgeber des Jahresberichtes über die Fortschritte in der Lehre von den Gärungsorganismen, in **Göttingen**, Schildweg 13.
**Koch**, Dr. **Erwin**, Apothekenbesitzer in **Pfullingen** (Württemberg).
**Koch**, Dr. **L.**, Professor der Botanik in **Heidelberg**, Sophienstr. 25.
**Koehne**, Dr. **E.**, Professor, Redacteur des „Botanischen Jahresberichtes“ in **Friedenau** bei Berlin, Kirchstr. 5.
**Kohl**, Dr. **F. G.**, Professor der Botanik und Redacteur des „Botanischen Centralblattes“ in **Marburg i. H.**, Renthofstr. 12.
**Kolkwitz**, Dr. **Richard**, Privatdocent der Botanik an der kgl. Universität und an der kgl. Landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin, wissenschaftliches Mitglied der kgl. Versuchs- und Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung, in **Charlottenburg**, Schillerstr. 75.
**Körnicke**, Dr. **Max**, Assistent am botanischen Institut der königl. Universität in **Bonn**, Bonner Thalweg 45.
**Korschelt**, Dr. **P.**, Oberlehrer am königl. Realgymnasium in **Zittau i. S.**, Schillerstr. 16.

*Koster, A.. Apotheker in Bitburg. Reg.-Bez. Trier.

Krasser, Dr. Fridolin, Privatdocent der Botanik in Wien I, Burgring 7 (Botanische Abtheilung).

Kraus, Dr. C., Professor an der technischen Hochschule in München. Luisenstr. 45, I.

Kraus, Dr. Gregor, Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens in Würzburg.

Krüger, Dr. Friedrich, Hilfsarbeiter im kaiserlichen Gesundheitsamt, in Berlin NW., Platz am Neuen Thor 1.

Krull, Rudolph, Apotheker in Breslau, Gneisenauplatz 9. II.

Kuckuck, Dr. Paul, Custos für Botanik an der königl. biologischen Anstalt auf Helgoland.

Kuegler, Dr., Marine-Oberstabsarzt I. Kl. a. D. in Berlin W., Lützowstrasse 6, pt.

Kühn, Dr. Jul., Geh. Oberregierungsrath, Professor der Landwirthschaft und Director des landwirthschaftlichen Institutes der Universität in Halle a. S.

*Kündig, Dr. J., Docent an der Universität in Zürich, IV, Schönbühlstrasse 14.

Kuntze, Dr. Otto, in San Remo (Italien), Villa Girola.

Kurtz, Dr. Fritz, Professor der Botanik und Director des botanischen Museums an der Universität und Mitglied der Academia nacional de ciencias in Córdoba (Argentinische Republik).

Küster, Dr. Ernst, Privatdocent der Botanik an der Universität in Halle a. S., Botanisches Institut im königl. botanischen Garten, Bismarckstr. 2.

Lagerheim, Dr. G., Professor der Botanik an der Universität und Director des botanischen Institutes in Stockholm, N., Stockholms Högskola.

Lakowitz, Dr. C., Oberlehrer in Danzig, Brabank 8.

Landauer, Robert, Privatier in Würzburg, Sanderring 24.

Lang, William H., Assistant in Botany an der Universität Glasgow, 10 Fedburgh Gardens, Kelvenside, N. (Schottland)

Lauterbach, Dr. C., Rittergutsbesitzer auf Stabelwitz bei Deutsch-Lissa.

Laux, Dr. Walther. Apothekenbesitzer in Berlin C., Prenzlauer Str. 45a.

Lehmann, E., stud. phil., in Dresden-Blasewitz, Striesener Str. 27.

Leisering. Dr. Bruno, stellvertretender Assistent am botanischen Institut der Universität, in Pankow bei Berlin, Breite Strasse 31.

Lemcke, Dr. Alfred, Assistent an der landwirthschaftlichen Versuchsstation in Königsberg i. Pr., Köttelstr. 11.

Lemmermann, E., Seminarlehrer, wissenschaftlicher Hilfsarbeiter am Städtischen Museum in Bremen, Mecklenburger Str. 27.

Liebenberg, Dr. Ad. Ritter von, k. k. Hofrath, Professor an der Hochschule für Bodencultur in Wien XIX, Hochschulstr. 24.

*Lierau, Dr. **Max**, Oberlehrer in **Danzig**, Sperlingsgasse 18/19.

*Limpricht, G., Oberlehrer an der ev. Realschule II. in **Breslau**, Palmstrasse 29.

**Lindau**, Dr. **Gustav**, Privatdocent der Botanik, Custos am königl. botanischen Museum, in **Berlin W.**, Grunewaldstr. 6/7.

**Lindemuth, H.**, königl. Garteninspector und Docent an der königl. landwirthschaftlichen Hochschule in **Berlin NW. 7**, Dorotheenstrasse, Universitätsgarten.

**Lindner**, Dr. **Paul**, Professor in **Berlin N. 65**, See- und Torfstrassen-Ecke, Institut für Gährungsgewerbe.

**Linhart**, Dr. **Georg**, Professor an der königl ungarischen landwirthschaftlichen Akademie in **Ungarisch-Altenburg**.

**Linsbauer**, Dr. **Karl**, Assistent am pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität in **Wien XIX**, Hartäckerstr. 26.

**Loesener**, Dr. **Th.**, Assistent am königl. botanischen Museum in Berlin, in **Steglitz**, Humboldtstr. 18.

**Loew**, Dr. **E.**, Professor in **Berlin SW.**, Grossbeerenstr. 67, III.

**London, S.**, in **Breslau**, Kaiser Wilhelm-Str. 13.

**Lopriore**, Dr. **Guiseppe**, Professor an der Reale Scuola di Enologia in **Catania** (Sicilien).

**Luerssen**, Dr. **Chr.**, Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens in **Königsberg i. Pr.**

**Mac-Leod**, Professor der Botanik und Director des botan. Gartens in **Gent** (Belgien).

**Mac-Owan, P.**, Professor, Cape Government Herbarium, Agricultural Department, in **Kapstadt** (Südafrika) Burg-Street.

**Magnus**, Dr. **P.**, Professor der Botanik an der Universität in **Berlin W.**, Blumes Hof 15.

**Magnus**, Dr. **Werner**, in **Berlin W.**, Am Carlsbad 3.

**Maire, R.**, Préparateur de la Faculté des sciences de l'Université de **Nancy**.

**Malkoff, Konstantin**, aus Sofia, z. Z. in **Göttingen**, Landwirthschaftliches Institut.

**Mankiewicz**, Dr., Apothekenbesitzer und Medicinalassessor in **Posen**.

**Marloth**, Dr. **Rudolf**, in **Kapstadt** (Süd-Afrika), P. O. box 359.

**Marshall-Ward, H.**, D. Sc., F. R. S., Professor der Botanik an der Universität in **Cambridge**, 11 Cranmer Road (England).

**Marsson**, Dr. **Maximilian**, in **Berlin W.**, Neue Winterfeldstr. 20.

**Mattirolo**, Dr. **O.**, Professor der Botanik und Director des königlichen botanischen Gartens in **Turin**, Al Valentino.

**Matz**, Dr. **A.**, Oberstabs- und Regimentsarzt des Fussartillerie-Regiments Encke in **Magdeburg**, Mittelstr. 7.

**Mäule**, Dr. **C.**, Professor am Gymnasium in **Schwäbisch-Hall**.

**Meyer**, Dr. **Arthur**, Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens in **Marburg** in Hessen, Renthofstr. 10.

**Mez**, Dr. **C.**, Professor der Botanik in **Halle a. S.**, Botanisches Institut.

**Miehe**, Dr. **Hugo**, Assistent am botanischen Institute in **Leipzig**, Elisenstrasse 19, III.

***Migula**, Dr. **W.**, Professor der Botanik an der technischen Hochschule in **Karlsruhe** in Baden, Rudolfstr. 14.

**Mikosch**, Dr. **C.**, Professor an der technischen Hochschule in **Brünn**.

**Mikulowski-Pomorski**, **J.**, Professor der Agricultur-Akademie, Director der landwirthschaftlichen Versuchsstation in **Dublany** bei Lemberg.

**Miliarakis**, Dr. **S.**, Professor an der Universität in **Athen**, Rue Didot 12A.

**Minks**, Dr. **Arthur**, Arzt in **Stettin**, Luisenstr. 14/15, II (Rossmarkt-Ecke).

**Mitschka**, Dr. **Ernst**, Lehrer in **Prag**, Taborgasse 1830.

**Miyoshi**, Dr. **Manabu**, Professor der Botanik an der kaiserlichen Universität zu **Tokio**, Botanisches Institut der Universität.

**Möbius**, Dr. **M.**, Professor in **Frankfurt a. M.**, Botanischer Garten, Grünehagweg 34.

**Möller**, Dr. **Alfred**, königl. Forstmeister und Professor an der königl. Forstakademie in **Eberswalde**.

**Moeller**, Dr. **Herm.**, Professor der Botanik in **Greifswald**, Brinkstr. 75.

***Moeller**, **J. D.**, Präparator für Mikroskopie in **Wedel** in Holstein.

**Moewes**, Dr. **Franz**, in **Berlin SW.**, Blücherstr. 7.

***Möhring**, Dr. **W.**, Oberlehrer in **Schöneberg** bei Berlin, Eisenacher Str. 43.

**Molisch**, Dr. **Hans**, Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen und Vorstand des pflanzenphysiologischen Institutes an der deutschen Universität in **Prag II**, Weinberggasse 3a.

***Mülberger**, Dr **Arthur**, prakt. Arzt und Oberamtsarzt in **Crailsheim** in Württemberg.

**Müller**, Dr. **Carl**, Professor, Docent für Botanik an der kgl. technischen Hochschule und Privatdocent der Botanik an der kgl. landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin, Secretär der D. B. G., **Wildpark** bei Potsdam, Victoriastrasse 30a.

**Müller**, Dr. **Julius**, in **Pommerswitz** (Schloss), Prov. Schlesien.

**Müller**, Dr. **Otto**, Schatzmeister der D. B. G., in **Tempelhof** bei Berlin, Blumenthalstr. 1.

**Müller-Thurgau**, Dr. **Herm.**, Professor und Director der deutsch-schweizerischen Versuchsstation und Schule für Obst-, Wein- und Gartenbau in **Wädensweil** bei Zürich.

**Muth**, Dr., in **Durlach** (Baden), Karlsruher Allee 11.

**Nathansohn**, Dr. **Alexander**, in **Leipzig**, Lampestr. 3.

**Neger**, Dr. **F. W.**, Custos am königl. botanischen Museum, Privatdocent an der kgl. Universität in **München**, Karlstr. 29.

**Němec**, Dr **Bohumil**, Privatdocent der Botanik an der k. k. böhmischen Universität in **Prag**, Slupy.

**Nestler**, Dr. **A.**, Universitätsprofessor, Privatdocent der Botanik, Inspector der k. k. Untersuchungsanstalt für Lebensmittel an der deutschen Universität in **Prag**, Kgl. Weinberge, Manesgasse 6.

**Nevinny**, Dr. **Joseph**, Professor in **Innsbruck**.

**Niedenzu**, Dr. **F.**, Professor am Lyceum Hosianum in **Braunsberg** in Ostpreussen.

**Nobbe**, Dr. **F.**, Geheimer Hofrath, Professor der Botanik und Director des forstakademischen Gartens in **Tharand**.

**Noll**, Dr. **F.**, Professor der Botanik an der landwirthsch. Akademie und ausserordentl. Professor an der Universität in **Bonn**, Niebuhrstr. 53.

**Nordhausen**, Dr. **Max**, Assistent am botanischen Institut der kgl. Universität in **Kiel**, Brunswiker Str. 16, II.

**Oliver**, **Francis Wall**, Professor der Botanik an dem University College in **London**, 2 the Vale, Chelsea, S. W.

**Oltmanns**, Dr. **Friedrich**, Professor der Botanik, Redacteur der Botan. Zeitung II., in **Freiburg i. B.**, Belfortstr. 26.

**Orth**, Dr. **A.**, Geheimer Regierungsrath, Professor und Director des agronomisch-pedologischen Institutes der königl. landwirthschaftlichen Hochschule in **Berlin SW.**, Anhaltstr. 13, I.

***Osterwald**, **Carl**, Professor am Lessinggymnasium, in **Berlin NW.**, Spenerstrasse 35.

**Otto**, Dr. **Richard**, Lehrer der Chemie und Leiter der chemischen Abtheilung der Versuchsstation am königl. pomologischen Institut zu **Proskau** (Ober-Schlesien).

**Palla**, Dr. **Eduard**, in **Graz**, Schubertstr. 21, Botanisches Institut.

**Pammel**, **L. H.**, M. S., B. Agr., Professor der Botanik an dem Iowa College of Agriculture in **Ames**, Iowa (U. S. A.).

**Pax**, Dr. **Ferdinand**, Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens in **Breslau**.

**Pazschke**, Dr. **O.**, in **Leipzig-Reudnitz**, Heinrichstr. 35.

***Peckolt**, Dr. **Gustav**, in **Rio de Janeiro**.

**Peckolt**, Dr. **Theodor**, Apotheker in **Rio de Janeiro**, Rua da Quitanda 159.

**Peirce**, Dr. **George James**, Assistant Professor of Botany and Plant Physiology an der Leland Stanford Junior University in **Palo Alto** bei San Francisco in Californien (U. S. A.).

**Pentz**, **Carl**, Besitzer der Sonnen-Apotheke in **Hannover**, Runde Str. 20.

**Penzig**, Dr. **Otto**, Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens in **Genua**, Corso Dogali Nr. 1.

**Perkins**, Dr. **Janet**, z. Z. in **Berlin**, **W.**, Fürther Str. 11a.

**Perring, W.**, Inspector des königl. botanischen Gartens in **Berlin W.**, Potsdamer Strasse 75.

**Peter,** Dr. **A.**, Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens in **Göttingen,** Untere Karspüle 2.

**Pfeffer,** Dr. **W.**, Geh. Hofrath, Professor der Botanik und Director des botanischen Institutes und botanischen Gartens in **Leipzig.**

**Pfitzer,** Dr. **E.**, Geh. Hofrath, Professor der Botanik und Director des botanischen Institutes und botanischen Gartens in **Heidelberg.**

**Philippi, Federico,** Professor der Botanik, Director del Museo National in **Santiago** (Chile).

***Phillips, W. Reginald,** M. A., D. Sc., Professor am University College in **Bangor** (Wales), England.

**Pilger,** Dr. **R**, in **Charlottenburg,** Hardenbergstr. 37.

**Pirotta,** Dr. **R.**, Professor der Botanik und Director des königl. botanischen Institutes in **Rom,** Panisperna 89B

**Portheim, Leopold Ritter von,** in **Wien VII,** Burggasse 100a.

**Potonié,** Dr. **H.**, Professor, Landesgeologe, Redacteur der „Naturwissenschaftlichen Wochenschrift“ in **Gross-Lichterfelde-**West, bei Berlin, Potsdamer Strasse 35.

**Potter, M. C.**, M. A, Professor of Botany am Durham College of Science in **Newcastle** upon Tyne, 14 Highbury, West Jesmond.

**Puriewitsch,** Dr. **Konstantin,** Professor der Botanik an der Universität **Kiew,** Botanisches Institut (Russland).

**Quedenfeld, Ludwig,** städtischer Lehrer in Berlin, in **Gross-Lichterfelde.** Ringstr. 54.

**Raatz,** Dr. **Wilhelm,** an der Zuckerfabrik **Klein-Wanzleben** bei **Magdeburg.**

**Raciborski,** Dr. **M. von,** Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens an der landwirthschaftlichen Akademie in **Dublany** bei Lemberg (Oesterreich).

**Radlkofer,** Dr. **L.**, Professor der Botanik, Vorstand des königlichen botanischen Museums (Herbariums), Mitglied der Akademie der Wissenschaften in **München,** Sonnenstr. 7, I.

**Rehder, A.**, Arnold Aboretum, **Jamaica Plain,** Mass. (U. S A) 4 Harris Ave.

**Reiche,** Dr. **Carlos,** Chef der botanischen Section des Museo Nacional in **Santiago** (Chile), ca. 2105. Adresse für Deutschland: Wilhelm Borée, Dresden, Ludwig Richter-Str. 5, I.

**Reinhardt,** Dr. **M. Otto,** Privatdocent der Botanik in **Berlin N.**, Elsasser Strasse 31, Portal II.

***Reinitzer, Friedrich,** Professor an der technischen Hochschule in **Graz** (Steiermark).

**Reinke,** Dr. **Joh.**, Geheimer Regierungsrath, Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens in **Kiel,** Düsternbrook 17.

**Reinsch**, Dr. **P. F.**, in **Erlangen**.
***Richter**, Dr. **P.**, Oberlehrer in **Lübben** in der Lausitz.
**Richter, Paul**, Oberlehrer in **Leipzig**, Thalstr. 12b.
**Richter, Oswald**, stud. phil., Assistent am pflanzenphysiologischen Institut der Deutschen Universität in **Prag**, II. Weinberggasse.
**Riemerschmid, Anton**, in **Pasing** bei München.
**Rikli**, Dr. **Martin**, Privatdocent und Conservator der botanischen Sammlungen am eidgenössischen Polytechnikum in **Zürich** IV (Unterstrass), Alte Beckenhofstr. 64, II.
**Rimbach**, Dr. **A.**, per Adr. Dr, **J. Vaquero Davila** in **Guayaquil** (Ecuador).
**Rodewald**, Dr. **Herm.**, Professor und Director des Landwirthschaftlichen Institutes in **Kiel**, Bartels-Allée 20.
**Rompel**, Dr. **Josef**, S. J., Professor der Naturgeschichte am Jesuitengymnasium zu **Feldkirch** (Vorarlberg).
**Rosen**, Dr. **Felix**, Professor der Botanik und Assistent am pflanzenphysiologischen Institut der Universität in **Breslau**, Marienstr. 19.
**Rosenberg**, Dr. **O.**, Privatdocent der Botanik an der Universität in **Stockholm**, Odengatan 70.
**Ross**, Dr. **H.**, Custos am königlichen botanischen Garten in **München**, Volkartstr. 14, II.
**Rössler**, Dr. **Wilhelm**, Oberlehrer in **Charlottenburg**, Rosinenstr. 13a.
**Rostowzew**, Dr. **S.**, Professor der Botanik in **Moskau**, Petrowskoe-Rasumowskoe (Landwirthschaftliches Institut).
***Roth**, Dr. **Ernst**, Bibliothekar der königlichen Universitätsbibliothek in **Halle a. S.**, Schillerstr. 10.
**Rothert**, Dr. **Wladislaw**, Professor der Botanik an der Universität in **Charkow** (Russland).
**Ruhland**, Dr. **W.**, in **Berlin N.**, Schönhauser Allée 164.
**Rumm**, Dr. **C.**, in **Stuttgart**, Schlossstr. 83, IV.
**Russow, Emma**, verwittwete Frau Professor, in **Dorpat**.
**Ruthe, R.**, Kreisthierarzt in **Swinemünde**.

**Saccardo**, Dr. **P. A.**, Professor der Botanik in **Padua**.
**Sadebeck**, Dr. **R.**, z. Z. auf Reisen; gef. Adresse **Berlin, W.**, Grunewald-Strasse 6/7.
**Saida**, Dr. **Kotaro**, Professor der Botanik in **Tokio** (Japan).
**Saupe**, Dr. **A.**, in **Dresden**, Kyffhäuserstr. 17.
**Schaible**, Dr. **F.**, in **Esslingen**.
**Schellenberg**, Dr. **H. C.**, in **Zürich**, Hofstr. 40.
**Schenck**, Dr. **Heinrich**, Professor der Botanik an der Technischen Hochschule und Director des botan. Gartens in **Darmstadt**, Nicolaiweg 6.
**Scherffel, Aladár**, in **Igló**, Zips, Ober-Ungarn.
**Schiffner**, Dr. **Victor**, ausserordentlicher Professor der systematischen Botanik an der k. k. deutschen Universität in **Prag** II, Weinberggasse 5.

**Schilling**, Dr. **Aug. Jg.**, Privatdocent an der technischen Hochschule in Darmstadt, wohnhaft in **Grossgerau**.

**Schinz**, Dr. **Hans**, Professor der Botanik an der Universität und Director des botanischen Gartens und des botanischen Museums der Universität in **Zürich** V, Seefeldstr. 12.

**Schlechter**, **Rudolf**, Afrikareisender und botanischer Sammler, z. Z. in **Westafrika**.

**Schmidt**, Dr. **Bernhard**, Privatdocent und Assistent am botanischen Institut in **Tübingen**, Grabenstr. 29.

**Schmidle**, **W.**, Professor in **Mannheim S. 6**, 21.

**Schmidt**, Dr. **Aug.**, Professor, Gymnasialoberlehrer in **Lauenburg i. P.**

***Schmidt**, Dr. **J. A.**, emer. Professor der Botanik in **Horn** bei Hamburg, Landstr. 65.

**Schober**, Dr. **Alfred**, Professor und Schulinspector in **Hamburg-Eilbeck**, Papenstr. 50.

***Schönland**, Dr. **S.**, Curator of the Albany Museum in **Grahamstown**, Südafrika.

**Schorler**, Dr. **Bernhard**, Institutslehrer und Custos am Herbarium der königl. technischen Hochschule in **Dresden**, Haydnstr. 5, III.

**Schostakowitsch**, Dr. **Wladimir**, Custos am Museum in **Irkutsk** (Russland).

**Schottländer**, Dr. **Paul**, in **Wessig** bei Klettendorf-Hartlieb.

**Schrenk**, **Hermann von**, B. S., A. M., Ph. D., Instructor of Cryptogamic Botany an der Shaw School of Botany in **St. Louis**, Mo. (U. S. A.).

**Schröder**, Dr. **Bruno**, in **Breslau VII**, Sadowstr. 88, II.

**Schrodt**, Dr. **Jul.**, Professor, Director der VII. Realschule in **Berlin SO. 26**, Mariannenstr. 47, II.

**Schröter**, Dr. **C.**, Professor der Botanik am Polytechnikum in Zürich, **Hottingen-Zürich**, Merkurstr. 70.

**Schube**, Dr. **Theodor**, Professor, Oberlehrer in **Breslau**, Forckenbeckstrasse 10.

**Schultz**, **Rich.**, Oberlehrer in **Sommerfeld**, Pförtnerstr. 13.

**Schulz**, Dr. **A.**, Privatdocent der Botanik in **Halle a. S.**, Albrechtstr. 10.

**Schulze**, **Max**, in **Jena**, Zwätzengasse 14.

**Schumann**, Dr. **Karl**, Professor und Custos am königl. botanischen Museum in Berlin, Privatdocent an der Universität, **Berlin W. 30**, Neue Bayreutherstr. 12.

**Schütt**, Dr. **Franz**, Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens und Museums in **Greifswald**.

**Schwabach**, Frau **Elise**, in **Berlin, W.**, Am Carlsbad 1 A.

**Schwacke**, Dr. **Wilhelm**, Lehrer der Botanik an der Schule für Pharmacie in **Ouro Preto** (Provinz Minas Geraës) in Brasilien.

**Schwarz**, Dr. **Frank**, Professor der Botanik an der Forstakademie in **Eberswalde**.

**Schweinfurth**, Dr. **Georg**, Professor in **Berlin W.**, Potsdamer Strasse 75a.

**Schwendener**, Dr. **S.**, Geheimer Regierungsrath, Professor der Botanik und Director des botanischen Institutes der Universität, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin W.**, Matthäikirchstr. 28.

**Scott**, Dr. **D. H.**, F. R. S., Honorary Keeper of the Jodrell Laboratory, Royal Gardens, Kew, one of the Editors of the Annals of Botany, Old Palace, **Richmond**, Surrey (England).

**Seckt**, Dr. **Hans**, Assistent am pflanzenphysiologischen Institut der Universität und am botanischen Institut der kgl. landwirthschaftlichen Hochschule, **Berlin W.**, Gossowstr. 10.

**Seemen**, **O. von**, Rittmeister a. D., in **Berlin W.**, Potsdamer Strasse 110.

**Senn**, Dr. **Gustav**, Privatdocent der Botanik an der Universität in **Basel**.

**Simon**, Dr. **Friedrich**, in **Frankfurt a. M.**, Schwarzburgstr. 86.

**Simon**, **Siegfried**, stud. phil., in **Leipzig**, Sternwartenstr. 42, II.

**Singer**, Dr. **Max**, Professor am Deutschen Gymnasium in **Prag**, Königliche Weinberge.

**Solereder**, Dr. **Hans**, Professor der Botanik in München, z. Z. in **Erlangen**, Botanisches Institut der Universität, Bismarckstr. 8.

**Solms-Laubach**, Dr. **H. Graf zu**, Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens, Redacteur der „Botan. Zeitung“ in **Strassburg i. Els.**, Botanischer Garten.

**Sonder**, Dr. **Chr.**, in **Oldesloe** (Holstein).

**Sonntag**, Dr. **P.**, an der Oberrealschule St. Petri und Pauli in Danzig, **Langfuhr**, Marienstr. 27, II.

**Sorauer**, Dr. **Paul**, Professor, Redacteur der „Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten“, in **Schöneberg** bei Berlin, Apostel-Paulus-Strasse 23.

**Spiessen**, Freiherr **von**, königl. Forstmeister in **Winkel** im Rheingau.

**Stahl**, Dr. **A.**, in **Boyamon** auf **Puerto-Rico**.

**Stahl**, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens in **Jena**.

**Stameroff**, **Kyriak**, Privatdocent der Botanik an der Universität zu **Odessa**, Puschkinskaja Strasse, Haus Pitkis, No. 10, Wohnung 15.

**Staub**, Dr. **Moriz**, königl. Rath, Professor am Uebungsgymnasium des königlichen Seminars für Lehramtscandidaten der höheren Lehranstalten in **Budapest** VII, Kerepeser Strasse 8.

**Steinbrinck**, Dr. **C.**, Professor am Realgymnasium in **Lippstadt**.

**Steinvorth**, **H.**, Oberlehrer a. D., in **Hannover**, Grosse Aegidienstr. 20.

**Strasburger**, Dr. **Ed.**, Geh. Regierungsrath, Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens in **Bonn**.

***Strauss**, **H. C.**, Obergärtner am königl. botanischen Garten in **Berlin W.**, Potsdamer Strasse 75.

**Svedelius**, Dr. **Nils Eberhard**, in **Stockholm**, Floragatan 16.

**Tangl**, Dr. **Ed.**, Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens in **Czernowitz** (Oesterreich), Seminargasse 1.

**Tansley, A. G.**, Assistant in the Botanical Department at the University College, in **London W.C.**, Great Russel Street 50.

**Ternetz**, Fräulein Dr. **Charlotte**, in **Basel**, Feldbergstr. 118.

**Thiele**, Dr. **Rudolf**, in **Halle a. S.**, Giebichenstein, Wittekindstr. 9a.

**Thomas**, Dr. **Fr.**, Professor, Oberlehrer am herzoglichen Gymnasium Gleichense in **Ohrdruf**.

**Thoms**, Dr. **Hermann**, Professor der Chemie an der königl. Universität in **Berlin NW.**, Rathenower Strasse 5.

**Thost**, Dr. **R.**, Verlagsbuchhändler in **Berlin SW.**, Dessauer Str. 29. Privatadresse: **Gross-Lichterfelde** bei Berlin, Potsdamerstr. 43.

**Tischler**, Dr. **Georg**, in **Heidelberg**, Gaisbergstr. 19.

**Tobler**, Dr. **Friedrich**, in **Berlin, W.**, Kurfürstendamm 25, z. Z. **Neapel**, Stazione zoologica.

**Toni**, Dr. **G. B. de**, Lauréat de l'Institut de France, Herausgeber der „Nuova Notarisia", in **Padua**, Via Rogati 2236 (Italien).

**Trail**, Dr. **James W. H.**, F. R. S., Professor der Botanik an der Universität Aberdeen in **Old Aberdeen**, High Street 71 (Schottland).

***Troschel**, Dr. **Innocenz**, Verlagsbuchhändler in **Berlin W.**, Augsburger Strasse 4/5, part.

**Trow**, Dr. **A. H.**, Lecturer in Botany am University College of South-Wales and Monmouthshire in **Cardiff** (England).

**Tschirch**, Dr. **Alexander**, Professor der Pharmakognosie, pharmaceutischen und gerichtlichen Chemie, Director des pharmaceutischen Institutes der Universität in **Bern**.

**Tubeuf**, Dr. **Carl**, Freiherr **von**, Regierungsrath, Professor der Botanik, **München**, Amalienstr. 67.

**Uhlworm**, Dr. **Oskar**, Bibliothekar, Redacteur des „Centralblattes für Bacteriologie und Parasitenkunde" in **Berlin W.**, Schaperstr. 2/3. I.

**Ule**, Dr. **Ernst**, botanischer Forschungsreisender, in **Manáos**, Consulado allemão.

**Urban**, Dr. **Ign.**, Professor, Unterdirector des botan. Gartens und botan. Museums zu Berlin, Redacteur von „MARTII Flora Brasiliensis, in **Friedenau** bei Berlin, Sponholzstr. 37.

**Ursprung**, Dr. **Alfred**, in **Basel**, Kornhausgasse 16.

**Valckenier Suringar**, Dr. **J.**, in **Wageningen** (Holland).

**Vöchting**, Dr. **H.**, Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens in **Tübingen**.

**Vogl**, Dr. **August E.**, Ritter **von**, k. k. Hofrath und Universitätsprofessor in **Wien** IX, Ferstelgasse 1.

**Voigt**, Dr. **Alfred**, Assistent am botanischen Museum in **Hamburg** VII, Bei dem Besenbinderhof 52.

**Volkart**, Dr. **A.**, Assistent an der eidgenössischen Samencontrollstation in **Zürich V.**, Hochstr. 99.

**Volkens**, Dr. **Georg**, Professor, Privatdocent der Botanik und Custos am botanischen Museum in **Berlin W.**, Grunewaldstr. 6/7.

**Voss**, Dr. **W.**, Assistent am botanischen Institut der Universität in **Marburg i. H.**, Steinweg 6.

**Wächter**, Dr. **Wilhelm**, in **Aachen**, Stephanstr. 12.

**Wager**, **Harold**, Inspector of Science Schools for the Science and Art Department in London, **Derby**, Arnold House, Bass Street.

**Wagner**, Dr. **Adolf**, Privatdocent für Botanik und Assistent am botanischen Institut der Universität in **Innsbruck**, Mühlau, Villa KLOTZ.

**Warburg**, Dr. **O.**, Professor, Privatdocent der Botanik, Lehrer am orientalischen Seminar in **Berlin W.**, Uhlandstr. 175.

***Weber**, Dr. **C. A.**, in **Bremen**, Meterstr. 2, II.

**Weberbauer**, Dr. **A.**, Privatdocent der Botanik und Assistent am königl. botan. Garten in **Breslau**, Gneisenauplatz 6, III, z. Z. in Südamerika.

**Wehmer**, Dr. **C.**, Professor, Docent an der kgl. Technischen Hochschule in **Hannover**, Callinstr. 12.

**Weiss**, **Fr. E.**, Professor der Botanik und Director des Botanical Laboratory of the Owens College in **Manchester**.

**Weisse**, Dr. **Arth.**, Gymnasialoberlehrer in **Zehlendorf** bei Berlin, Parkstrasse 2, I.

**Went**, Dr. **F. A. H. C.**, Professor der Botanik und Director des bot. Gartens in **Utrecht** (Holland).

**Westermaier**, Dr. **M.**, Professor der Botanik an der Universität in **Freiburg** (Schweiz).

**Wettstein**, Dr. **Richard**, Ritter **von Westerheim**, Professor und Director des botan. Gartens und Museums der Universität Wien, Herausgeber der österreichischen botan. Zeitschrift, in **Wien** III.3, Rennweg 14.

**Wiedersheim**, Dr. **Walter**, in **Tübingen**, Waldhäuserstr. 13.

**Wieler**, Dr. **A.**, Professor, Docent für Botanik an der kgl. technischen Hochschule zu **Aachen**, Schlossstr. 2, III.

**Wiesner**, Dr. **Jul.**, k. k. Hofrath, Professor der Botanik und Director des pflanzenphysiologischen Institutes der Universität, Mitglied der Akademie der Wissenschaften in **Wien** IX., Liechtensteinstr. 12.

**Wilhelm**, Dr. **K.**, Professor der Botanik an der k. k. Hochschule für Bodencultur in **Wien** XIX., Hochschulstr. 17 (Türkenschanze).

**Willis**, **John C.**, Director des botanischen Gartens in **Peradeniya** (Ceylon).

**Wilson**, **William Powell**, Director of the Philadelphia Commercial Museum in **Philadelphia** (U. S. A.).

**Winkelmann**, Dr. **J.**, Professor in **Stettin**, Pölitzer Str. 85, III.

**Winkler**, Dr. **Hans**, Privatdocent der Botanik und Assistent am botanischen Institut der Universität in **Tübingen**, Waldhäuserstr. 13.

**Winkler**, Dr. **Hubert**, Assistent am königlichen botanischen Garten in **Steglitz** bei Berlin.

**Wirtgen, Ferd.**, Apotheker in **Bonn**, Niebuhrstr. 55.

**Wittmack, Dr. L.**, Geheimer Regierungsrath, Professor an der königl. landwirthschaftlichen Hochschule und an der königl. Universität in **Berlin N.**, Invalidenstr. 42.

**Wortmann, Dr. J.**, Professor, Dirigent der pflanzenphysiolog. Versuchsstation der königl. Lehranstalt, sowie der Hefereinzuchtstation zu **Geisenheim** a. Rh.

**Wünsche, Dr. Otto**, Professor am Gymnasium in **Zwickau** in Sachsen.

**Woods, Dr. Albert F.**, Chief of Division of Vegetable Physiology and Pathology of the U. S. Department of Agriculture in **Washington** D. C. (U. S. A.).

**Wunschmann, Dr. E.**, Professor, in **Friedenau** bei Berlin, Handjerystr. 49. II.

**Zacharias, Dr. E.**, Professor der Botanik, Director des botanischen Gartens in **Hamburg**, Sophienterrasse 15a.

**Zahlbruckner, Dr. A.**, Leiter der botanischen Abtheilung des k. k. naturhistor. Hofmuseums in **Wien I.**, Burgring 7.

**Zander, A.**, Oberlehrer am Bismarck-Gymnasium in **Wilmersdorf** bei Berlin, Mecklenburgische Strasse, Villa RICHTER.

**Zenetti, Dr. Paul**, Professor am kgl. Lyceum in **Dillingen a. D.**

**Zimmermann, Dr. Albrecht**, Professor, Botaniker an der biologischen Station Amani, Poststation **Tanga** (Deutsch Ost-Afrika.)

**Zimmermann, Dr. O. E. R.**, Professor am Realgymnasium in **Chemnitz**, Zschopauer Str. 115.

**Zopf, Dr. W.**, Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens in **Münster i. W.**, Wilhelmstr. 2a.

## Verstorben.

**Cornu, Dr. Maxime**, Professeur de culture au Jardin des plantes in **Paris**, correspondirendes Mitglied. Verstarb am 3. April 1901[1]).

**Cramer, Dr. C.**, Professor der Botanik in **Zürich**. Verstarb am 24. November 1901.

**Hartig, Dr. Robert**, Professor der Botanik in **München**. Verstarb im October 1901.

**Jack, Dr. J. B.**, emeritirter Apotheker in **Konstanz**.

**Schimper, Dr. A. F. W.**, Professor der Botanik an der Universität **Basel**. Verstarb am 9. September 1901[2]).

1) Vergl. den Nachruf auf S. (47) — (53).
2) Vergl. den Nachruf auf S. (53) — (70).

# Register zu Band XIX.

## 1. Geschäftliche Mittheilungen.



## 2. Nachrufe.



## 3. Wissenschaftliche Mittheilungen.

### a) In der Reihenfolge der Veröffentlichung geordnet.

#### 1. Sitzungsberichte.

## II. Generalversammlung.



## b) Alphabetisch nach den Verfassern geordnet.

## Verzeichniss der Tafeln.

## Verzeichniss der Holzschnitte.

## Uebersicht der Hefte.

Heft 1 (S. 1—34) ausgegeben am 20. Februar 1901.
Heft 2 (S. 35—118) ausgegeben am 26. März 1901.
Heft 3 (S. 119—220) ausgegeben am 24. April 1901.
Heft 4 (S. 221—300) ausgegeben am 29. Mai 1901.
Heft 5 (S. 301—348) ausgegeben am 26. Juni 1901.
Heft 6 (S. 349—432) ausgegeben am 24. Juli 1901.
Heft 7 (S. 433—464) ausgegeben am 7. September 1901.
Heft 8 (S. 465—500) ausgegeben am 27. November 1901.
Heft 9 (S. 501—536) ausgegeben am 24. December 1901.
Heft 10 (S. 537—596) ausgegeben am 29. Januar 1902.
Generalversammlungs-Heft, I. Theil, S. (1)—(153), ausgegeben am 10. März 1902.
Generalversammlungs-Heft, II. Theil (Schlussheft), S. (153)—(232), ausgegeben am 13. Mai 1902.

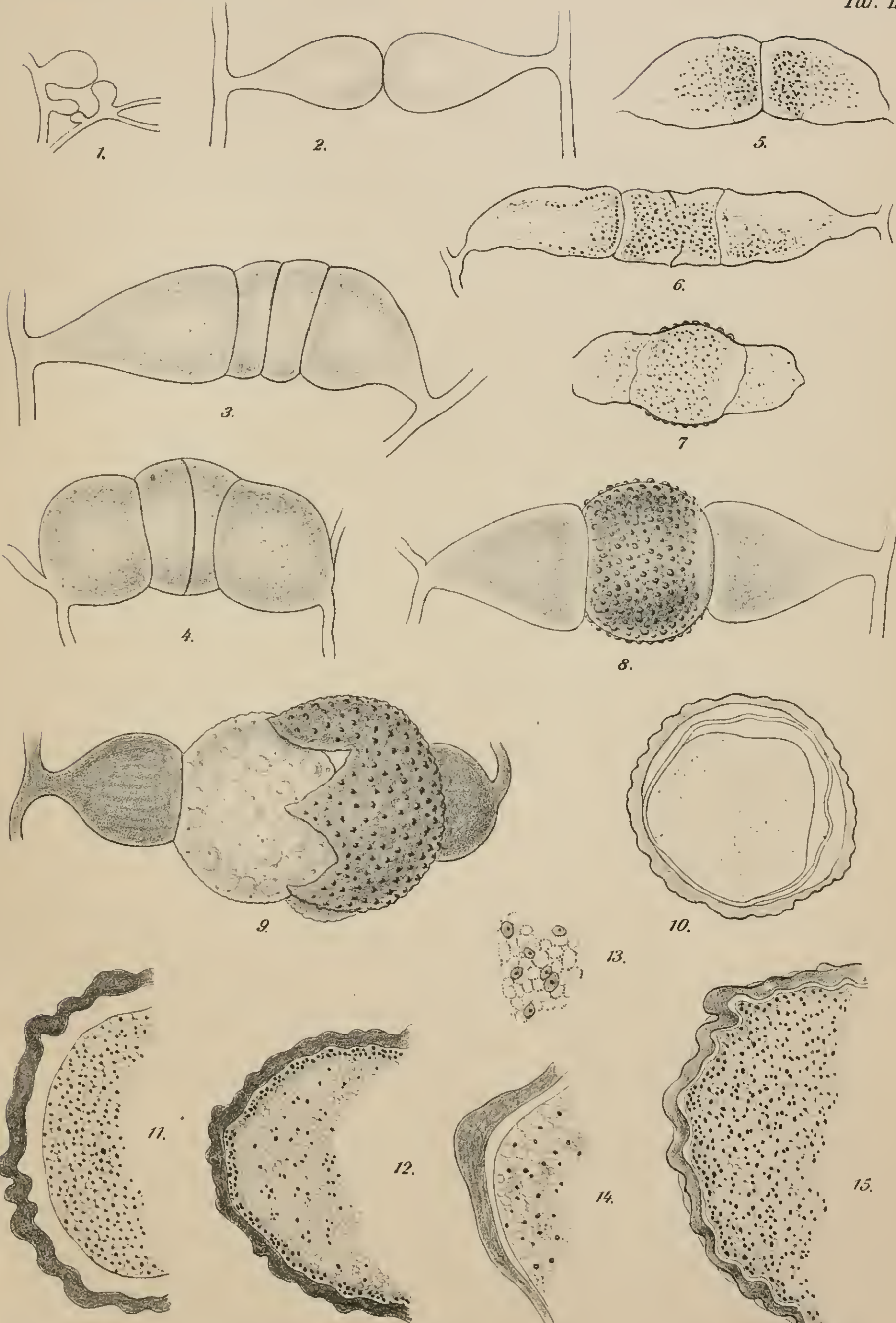
## Berichtigungen.

Seite 3, Zeile 4, 11 und 19 von unten lies „Ihrer“ statt „ihrer“.
„ 16, „ 9 von oben lies „Tab. I“ statt „Tab. X“.
„ 20, „ 6 von oben lies „Tab. I“ statt „Tab. X“.
„ 37, „ 1 von oben lies „E. TSCHERMAK“ statt „H. TSCHERMAK“.
„ 38, „ 21 von unten muss das Komma vor „dessen“ wegfallen.
„ 38, „ 20 von unten ist das Wort „man“ zu streichen.
„ 42, „ 5 von oben lies „richtiger“ statt „wichtiger“.
„ 44, „ 9 von oben ist statt „im Gegensatze zu“ zu setzen „in Uebereinstimmung mit“.
„ 44, „ 12 von oben soll hinter „allerdings“ den Zusatz erhalten „im Gegensatze zu MENDEL“.
„ 119 ist in der Reihe der proclamirten Mitglieder **Lehmann**-Kiel ausgelassen worden.
„ 306, Zeile 16 von oben lies „kugelförmig“ statt „kegelförmig“.
„ 308, in Anm. 2 Zeile 1 lies „Pleroms“ statt „Periblems“.
„ 313, Zeile 21 und 24 von oben lies „enbiontischen“ statt „eubiontischen“.
„ 421, letzte Zeile der Fussnote 3 soll die Zahl „(50)“, nicht „(650)“ angeben.
„ 422, Zeile 6 von oben lies „Cruciferen“ statt „Cenciferen“.
„ 424, „ 3 und 7 lies „papillös“ statt „papillär“.
„ 424, „ 17 von oben lies hinter der Klammer „oder“ statt „und“.
„ 425, „ 14 von unten lies „kommen“ statt „kamen“
„ 425, „ 9 von unten lies „ihrem Entstehungsort“ statt „ihrer Entstehungsart“.

Druck von Gebr. Unger in Berlin, Bernburger Str. 30.

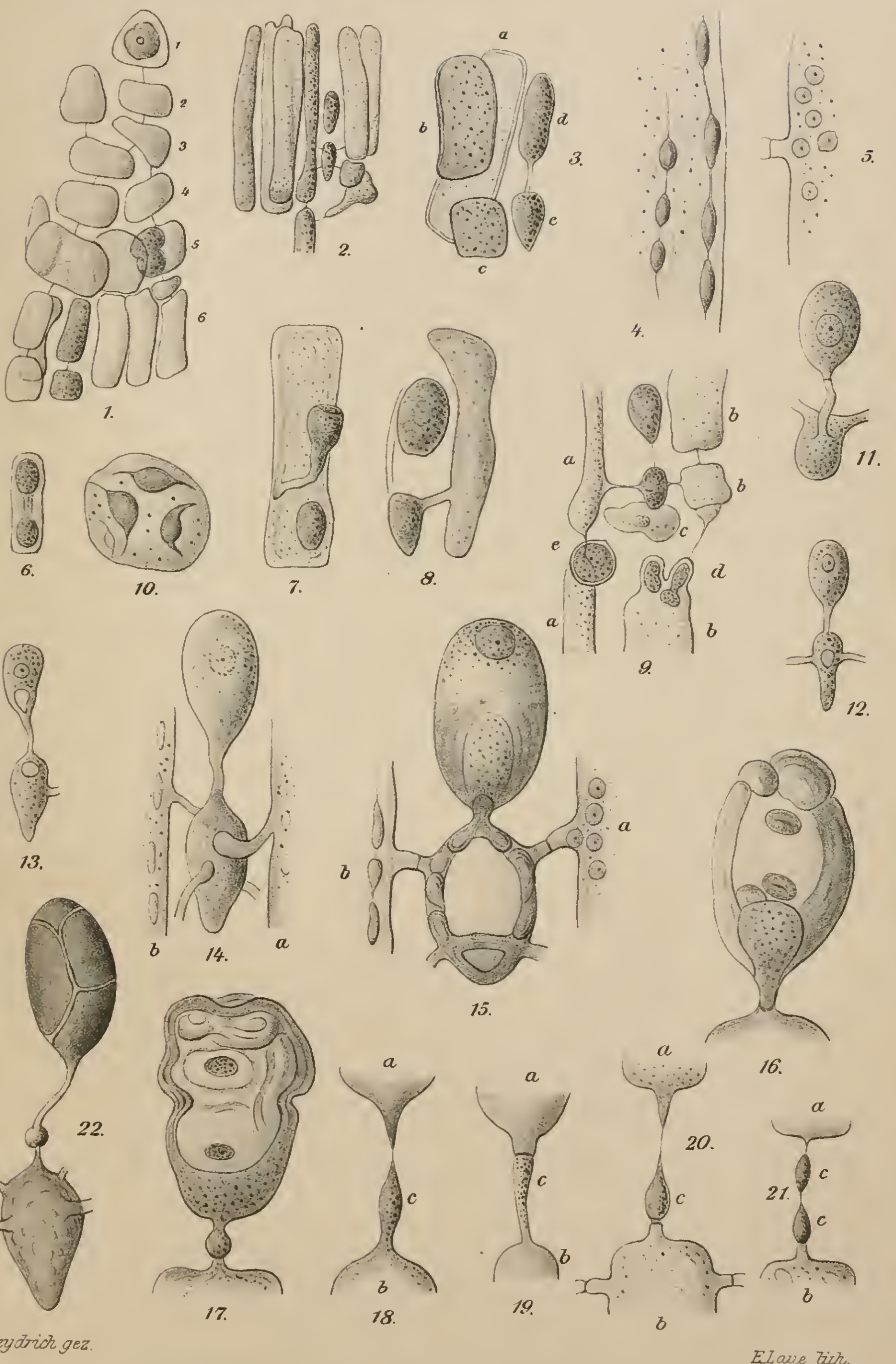



W. Schradle ad nat. del. E. Laue lith.




E. Gruber gez. E. Laue lith.

Taf. III.

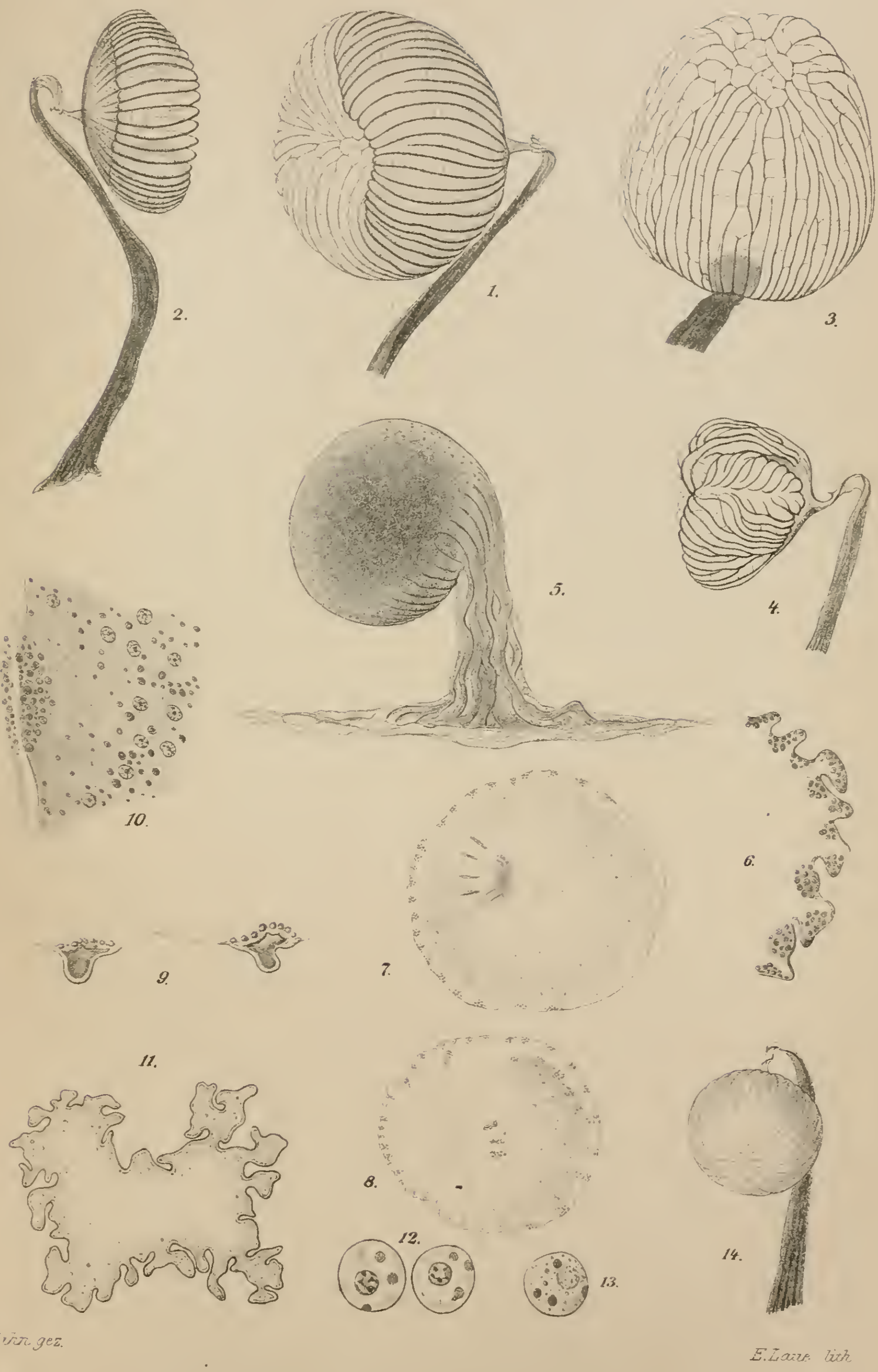



F. Heydrich gez.

E. Laue lith.




E. Lemmermann gez. E. Laue lith.




E. Jahn gez. E. Laue lith.

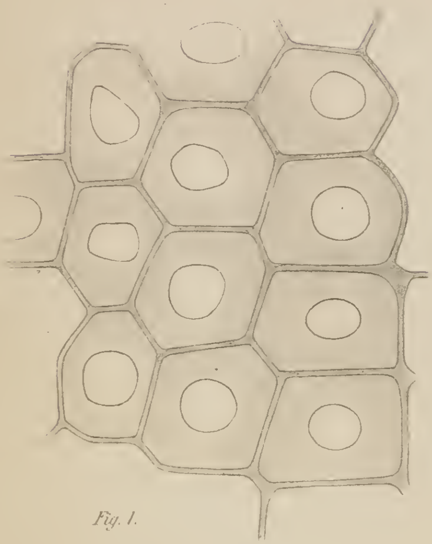


Fig. 1.

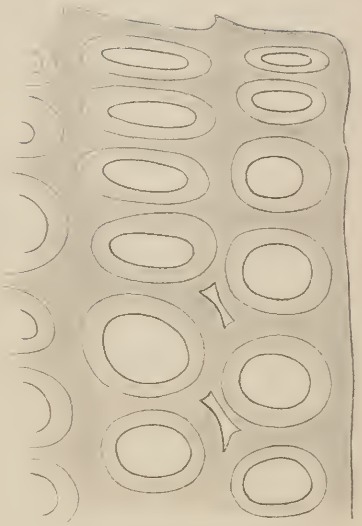


Fig. 2.



Fig. 3.

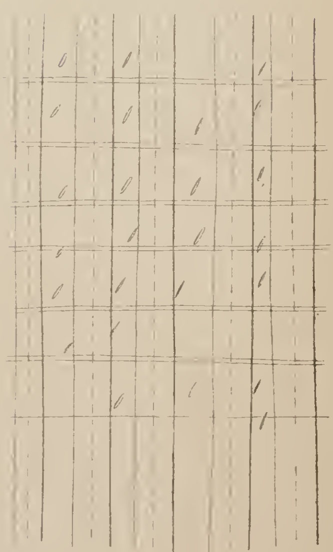
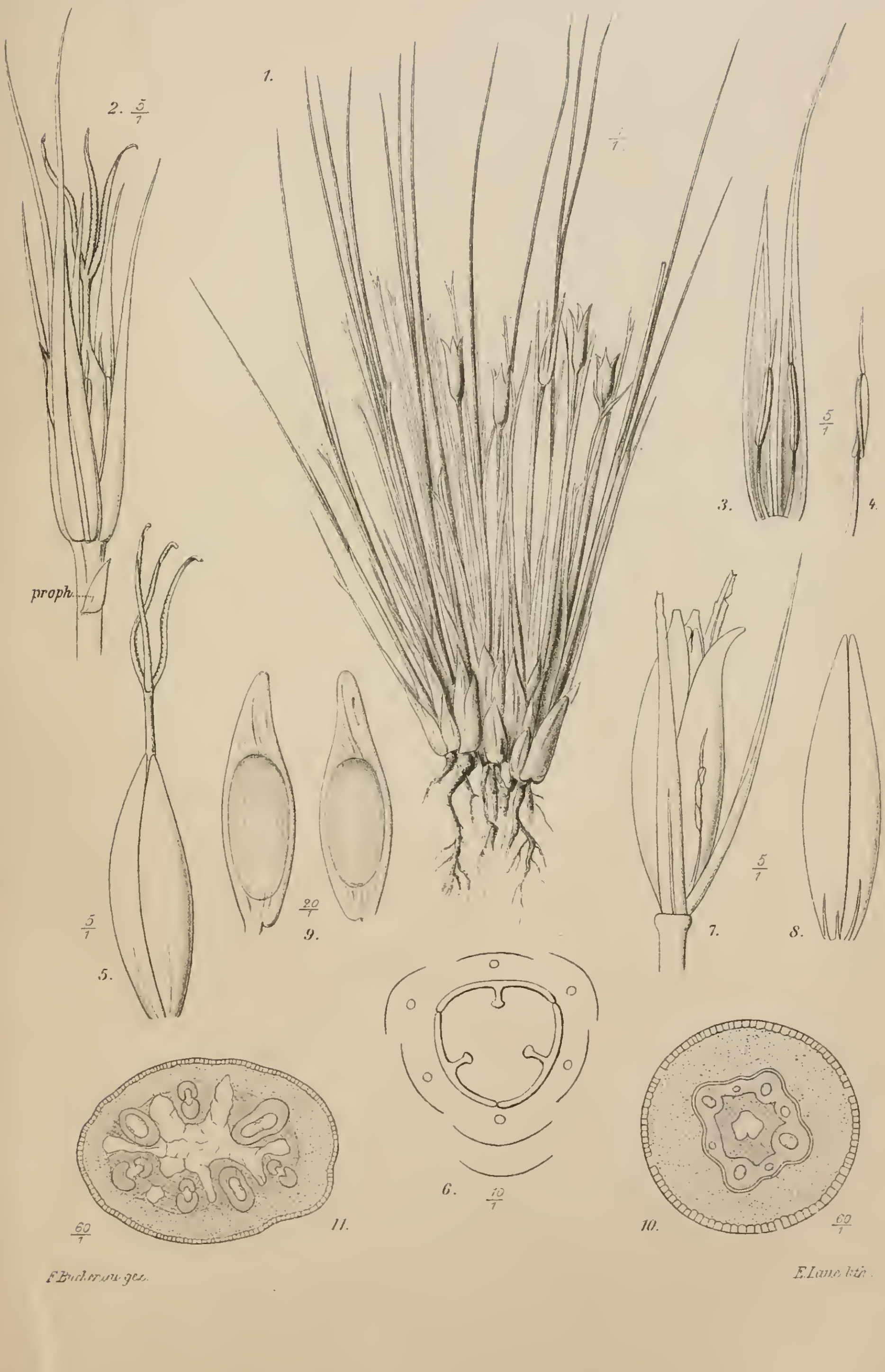
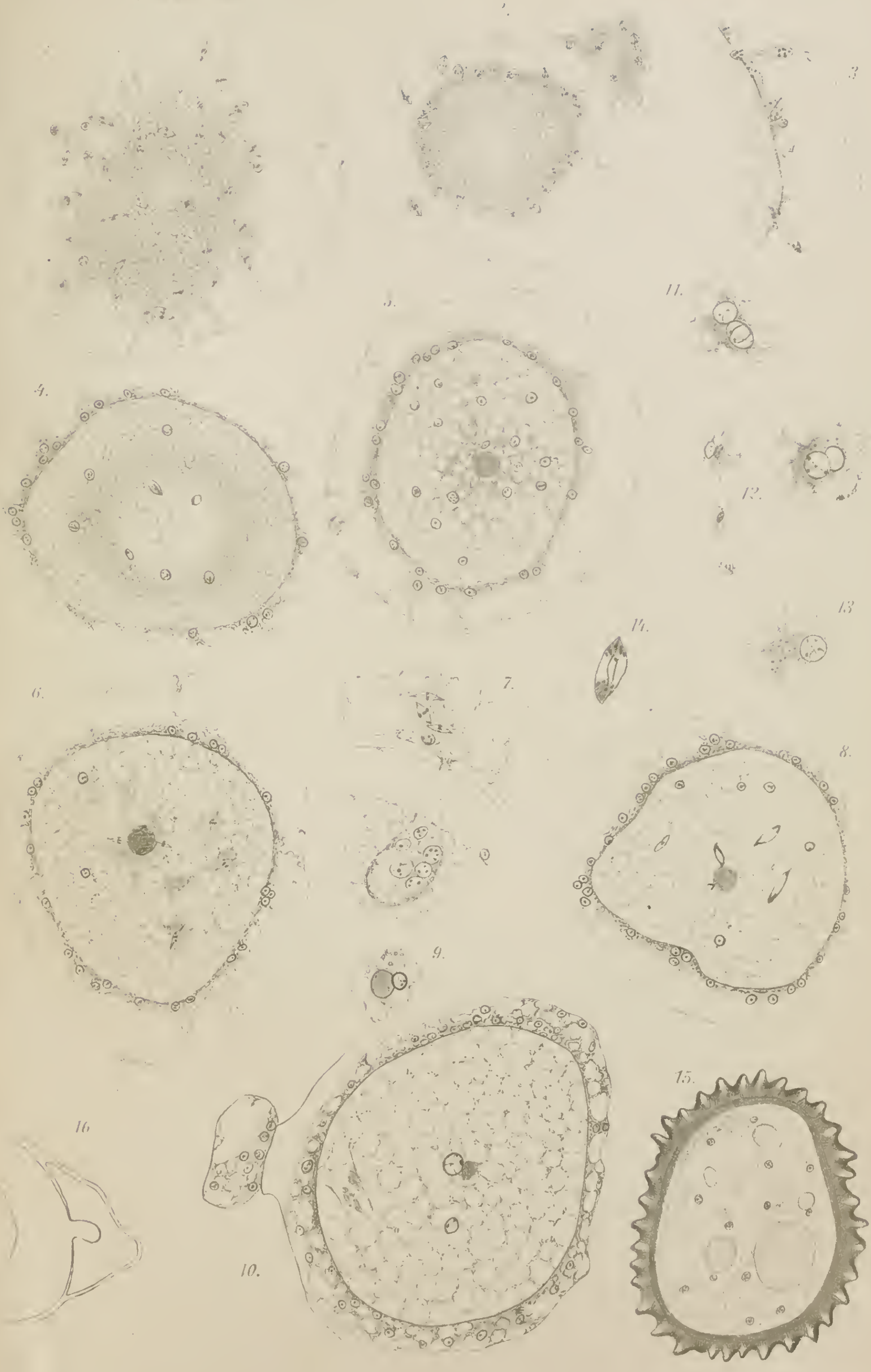


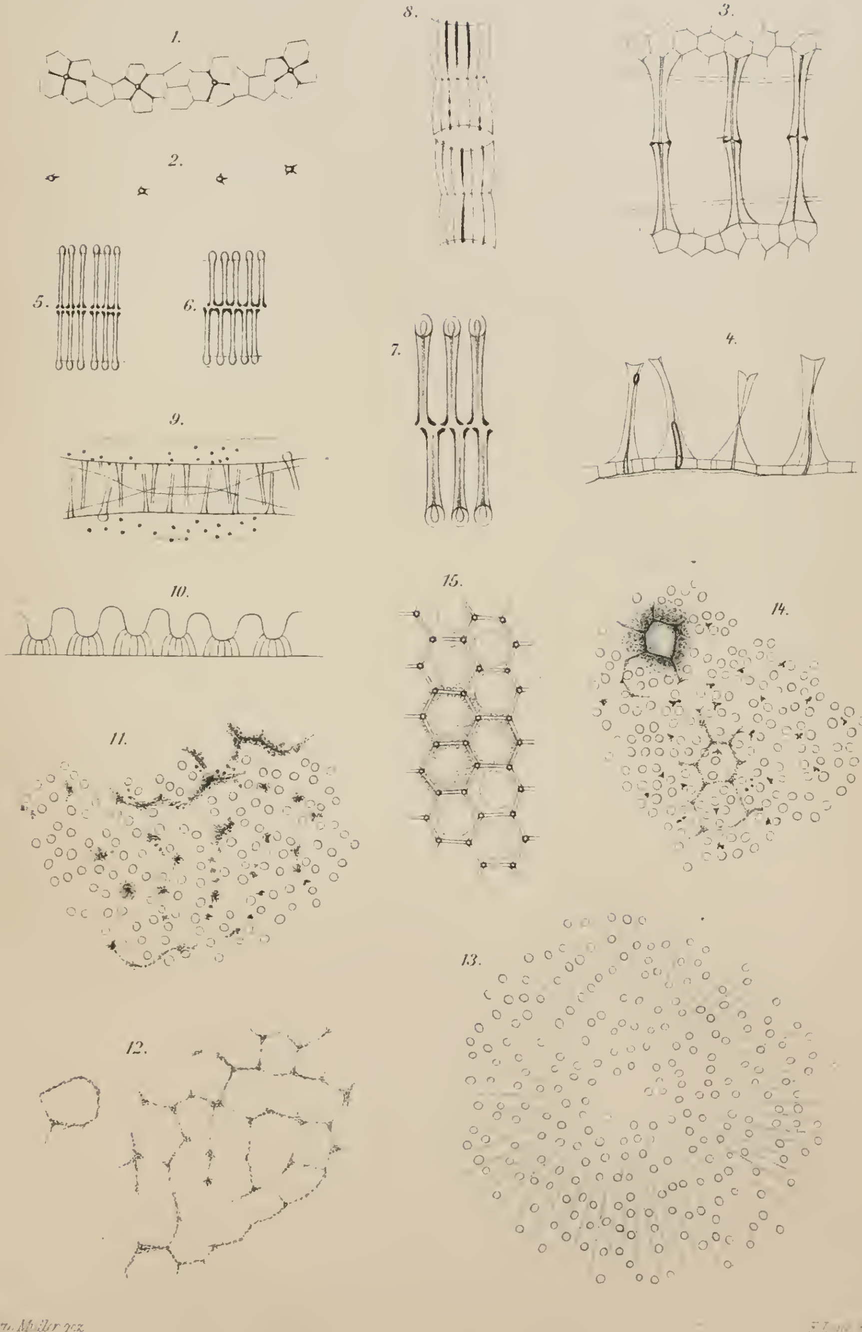
Fig. 4.

E. L. s. e. lith.

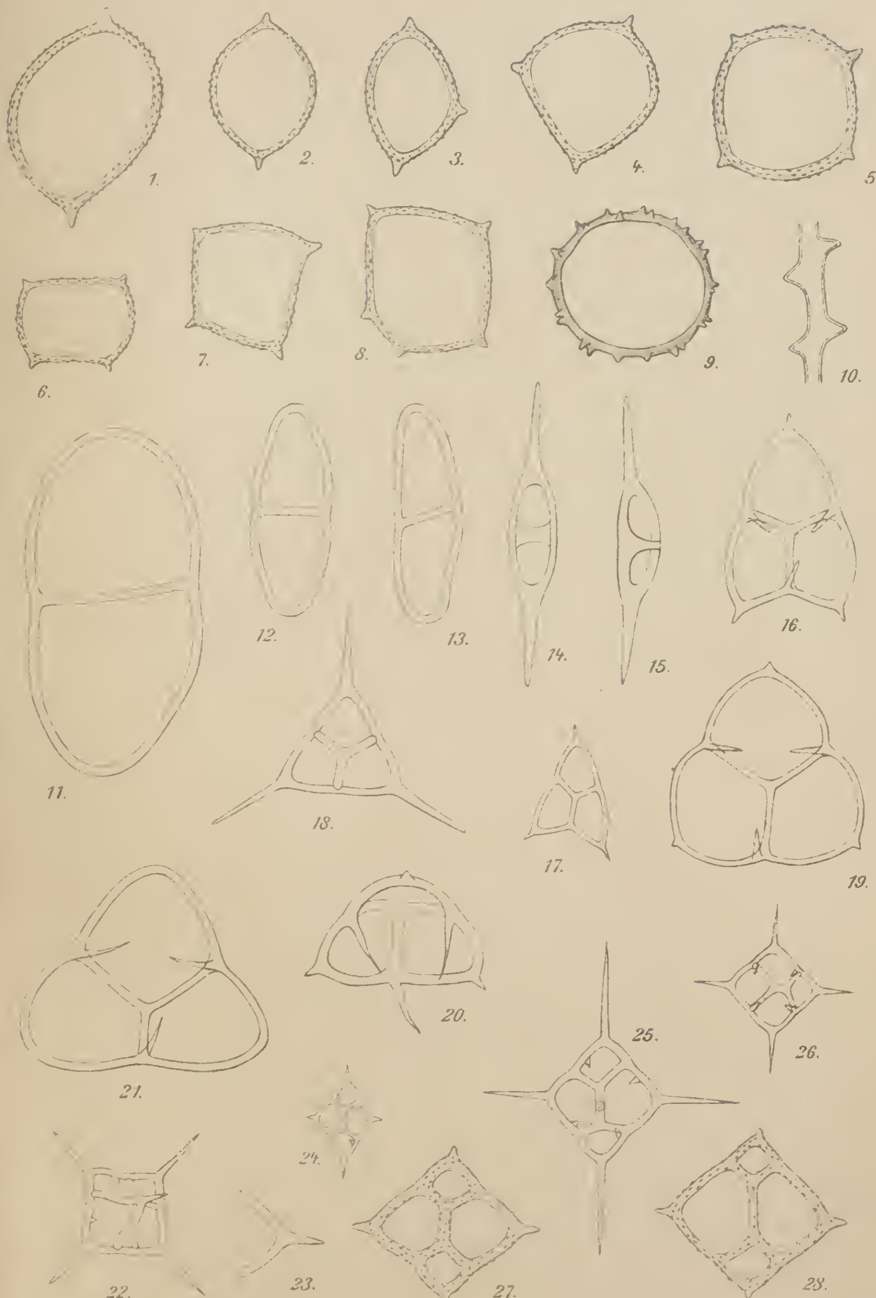


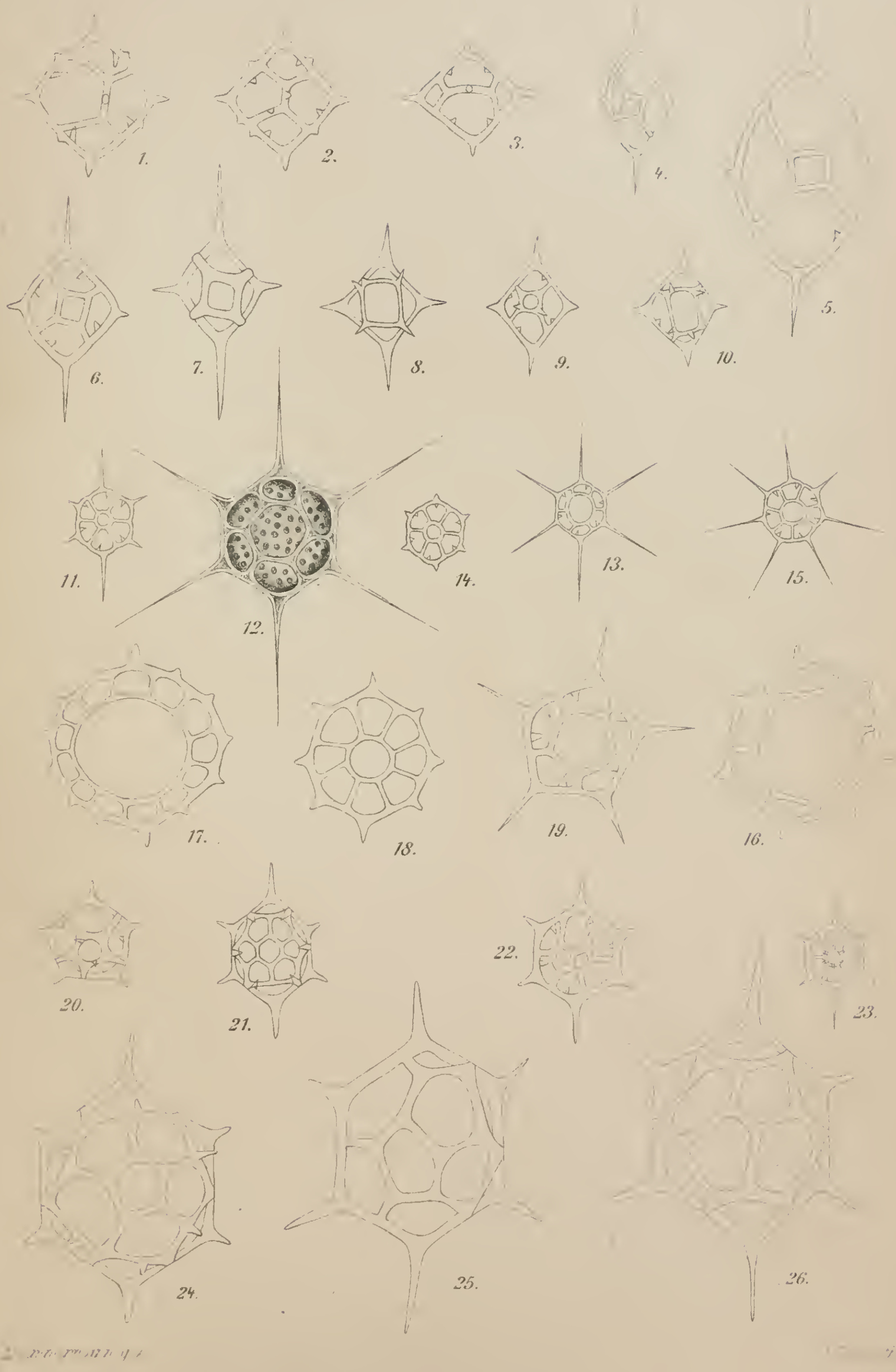

F. Buchenau gez. E. Laue lith.

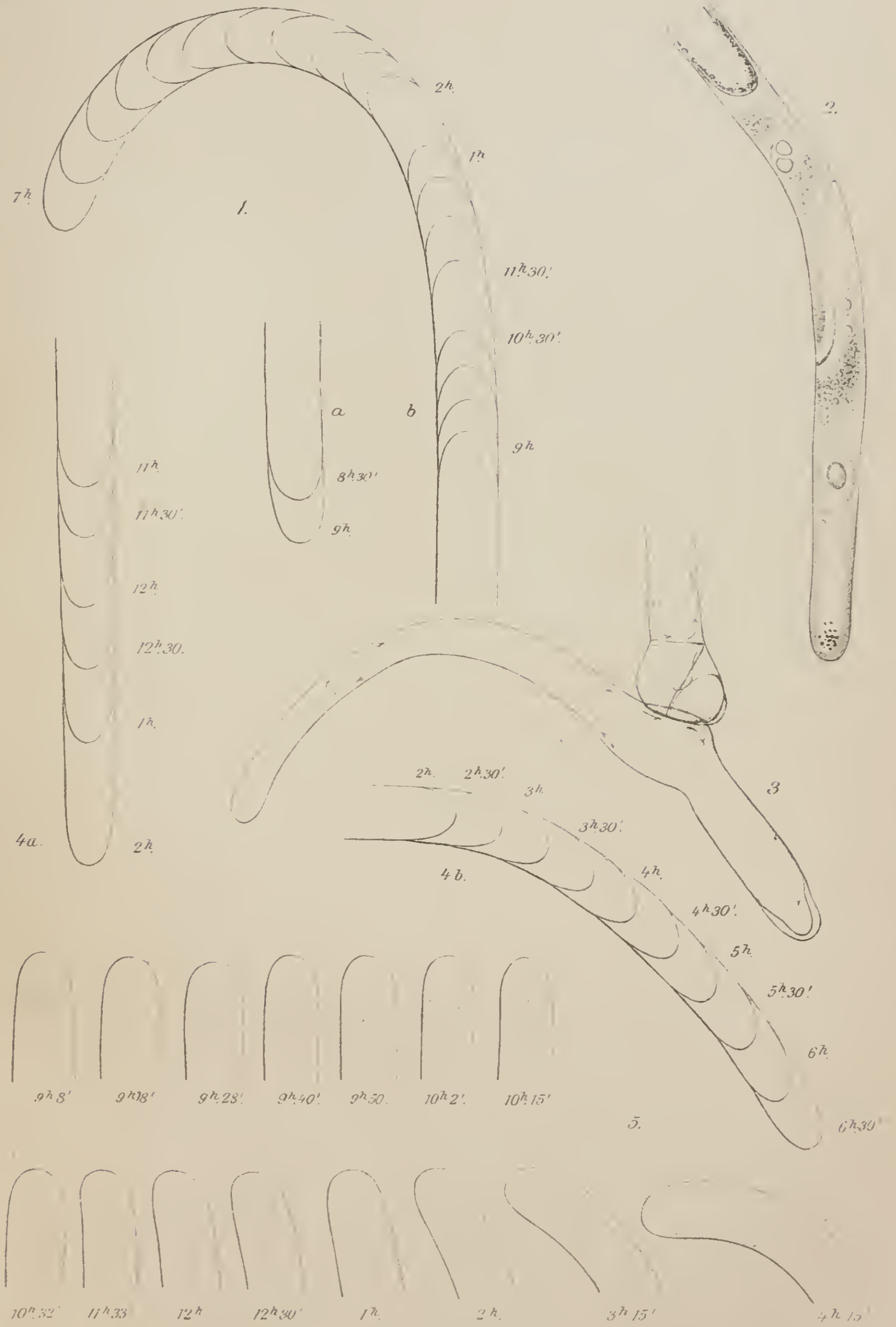


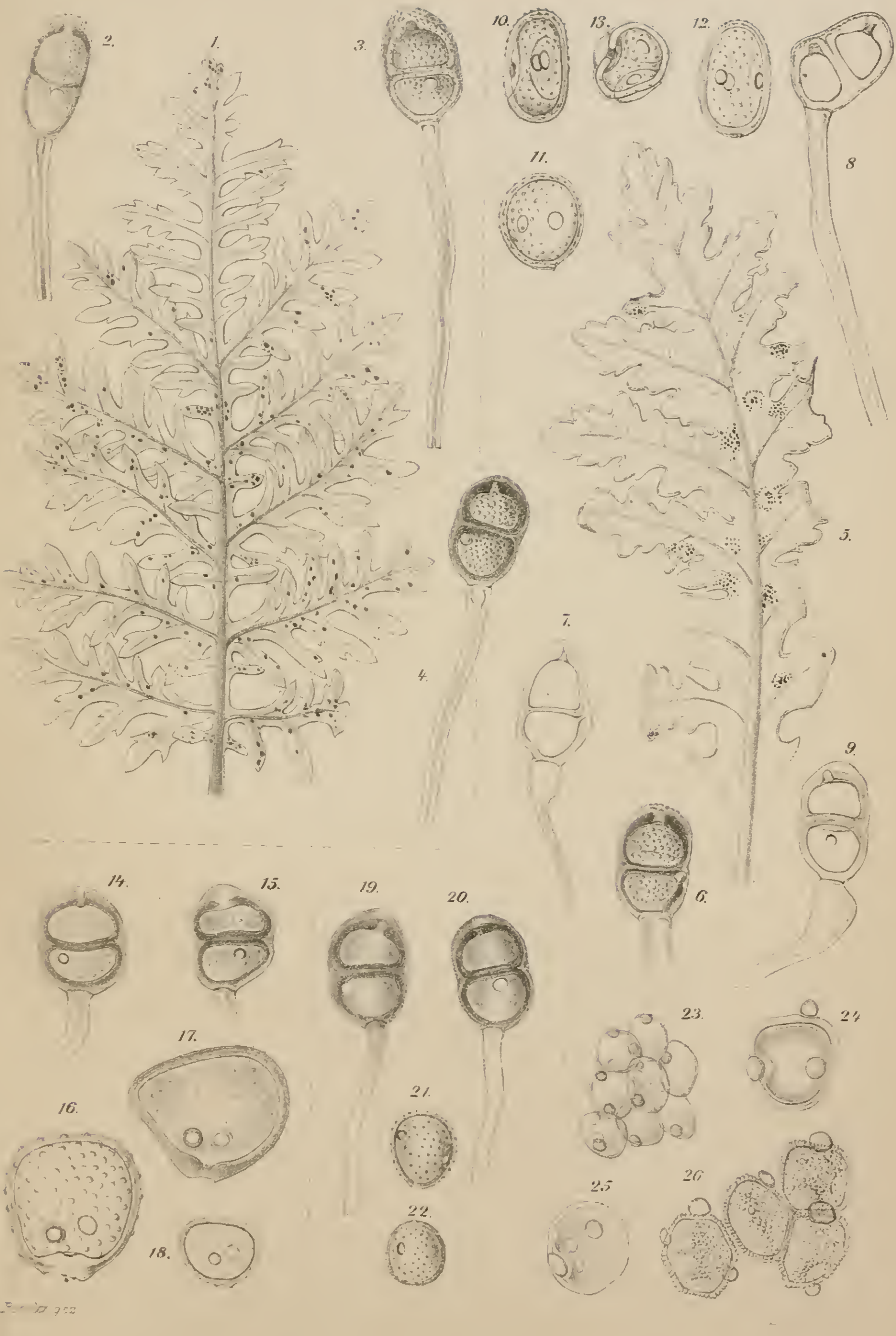



Müller gez.


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.

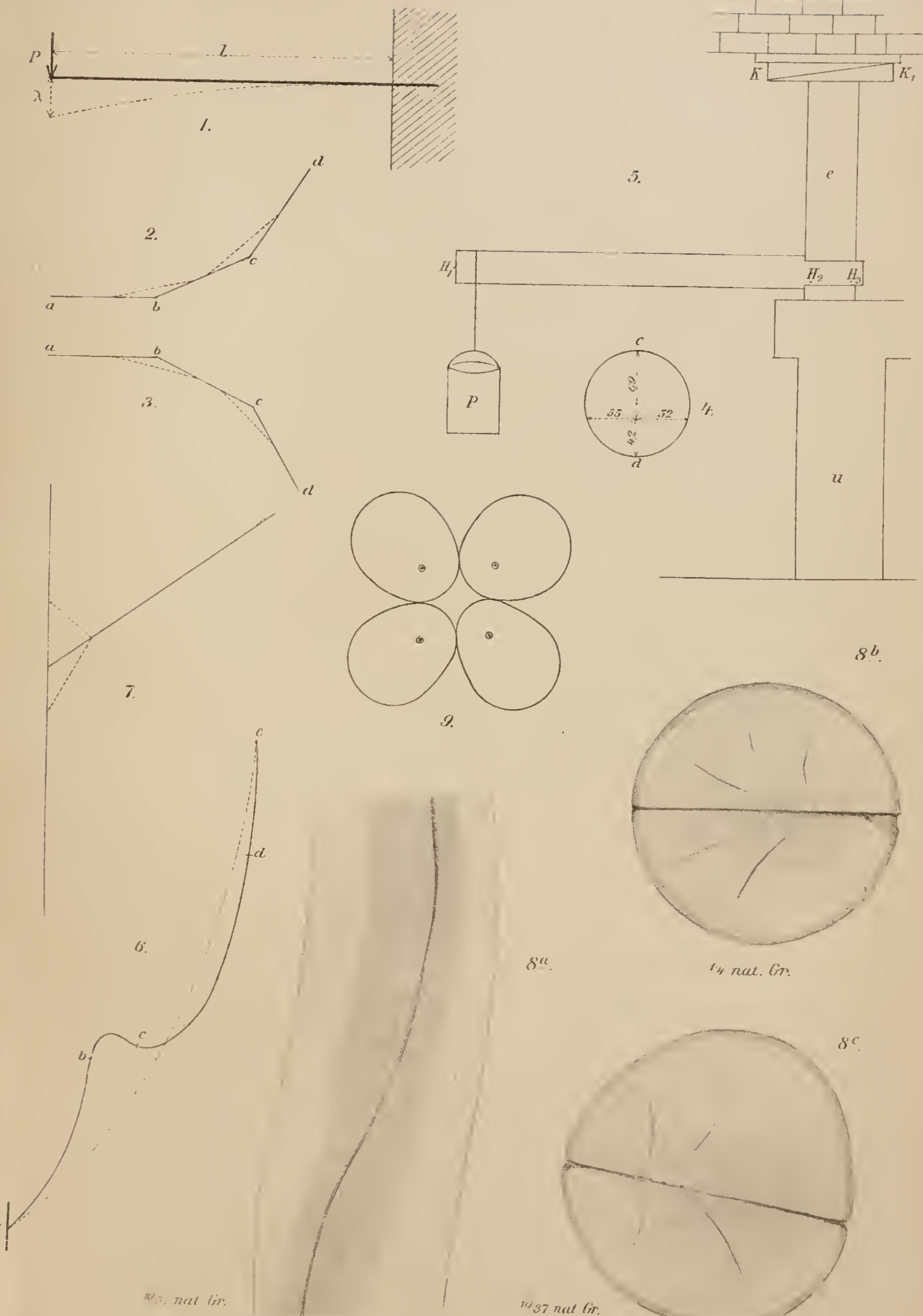

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
14.
13.
15.
17.
18.
19.
16.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.


1.
7h.
2h.
1h.
11h 30'.
10h 30'.
9h
a
b
8h 30'
9h
11h
11h 30'.
12h
12h 30.
1h.
2h
4a.
2.
3
2h.
2h 30'.
3h.
3h 30'.
4h.
4h 30'.
5h
5h 30'.
6h
6h 30'
4 b.
9h 8'
9h 18'
9h 28'.
9h 40'.
9h 50.
10h 2'.
10h 15'
5.
10h 32'
11h 33
12h
12h 30'
1h.
2h.
3h 15'
4h 15'

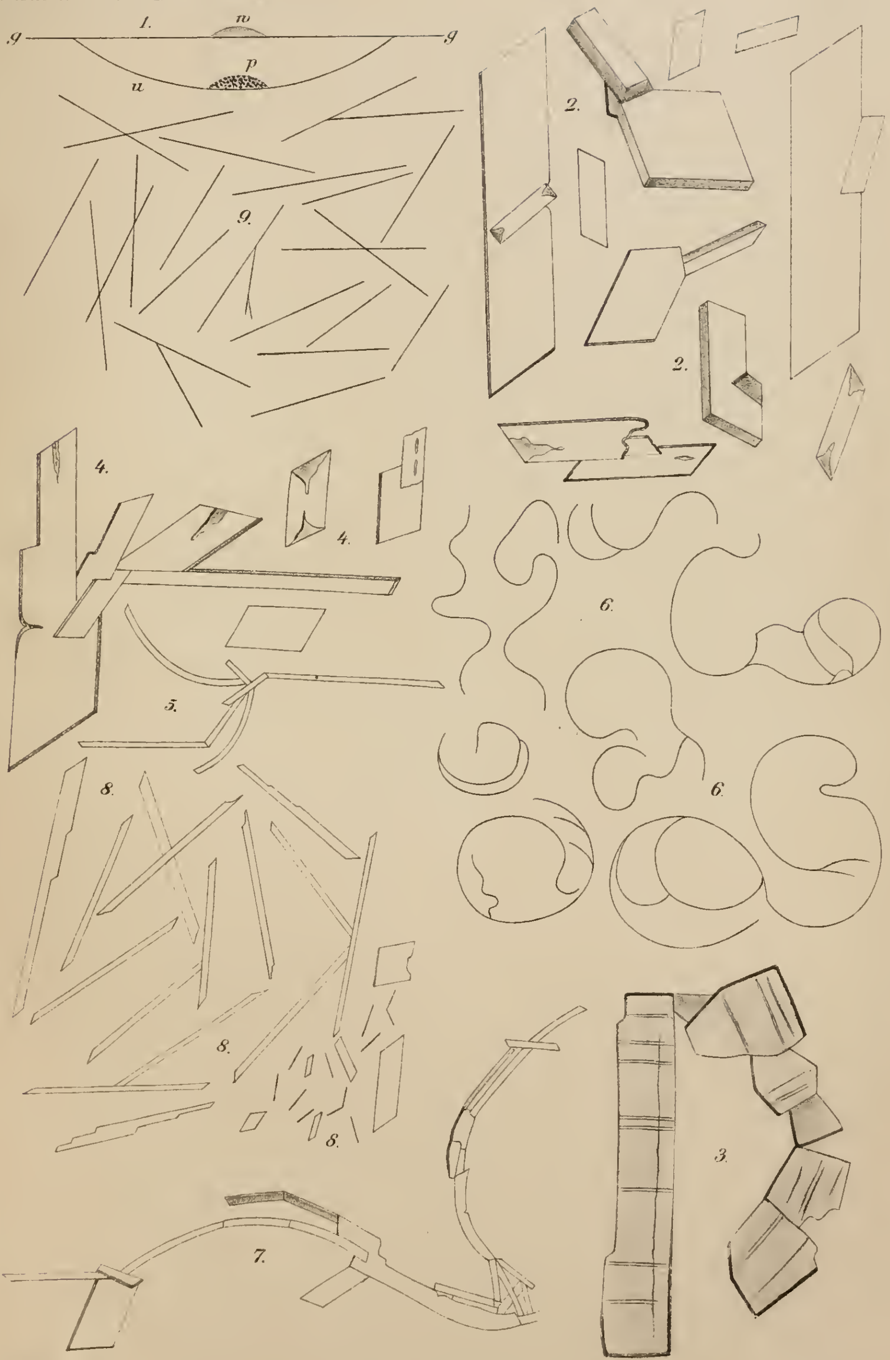



1.
2.
3
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.


1
2
3.
4
5
8
6
7
9
8a
10
a
b
11
12
13
16
17.
14
15
18
19
20.

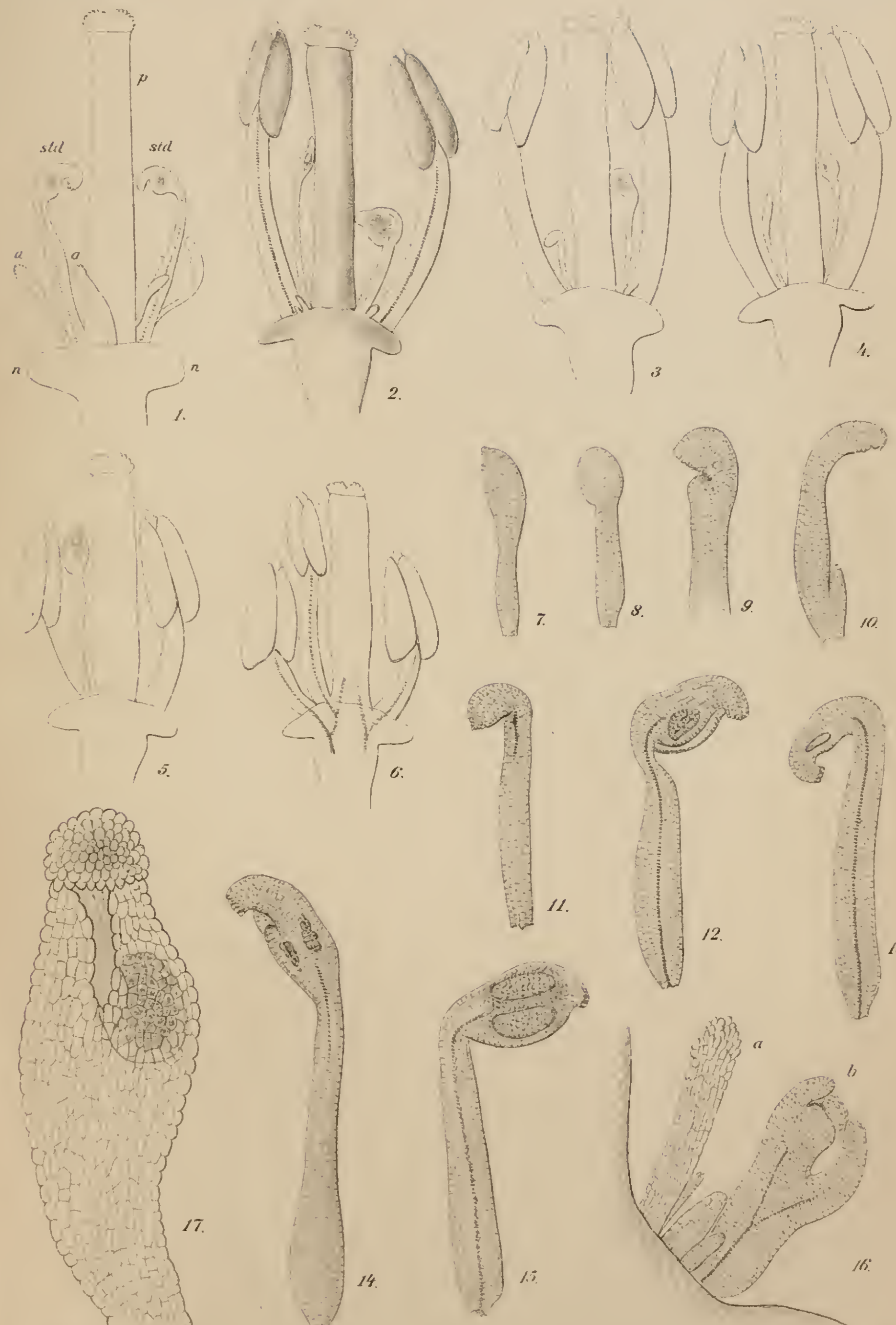

P
l
λ
1.
2.
a
b
c
d
3.
4.
c
d
69
55
52
42
5.
K
K₁
e
H₁
H₂
H₃
P
u
6.
7.
8ᵃ.
8ᵇ.
8ᶜ.
9.
¹⁄₄ nat. Gr.
¹⁰⁄₃₇ nat. Gr.

[illegible], lith.

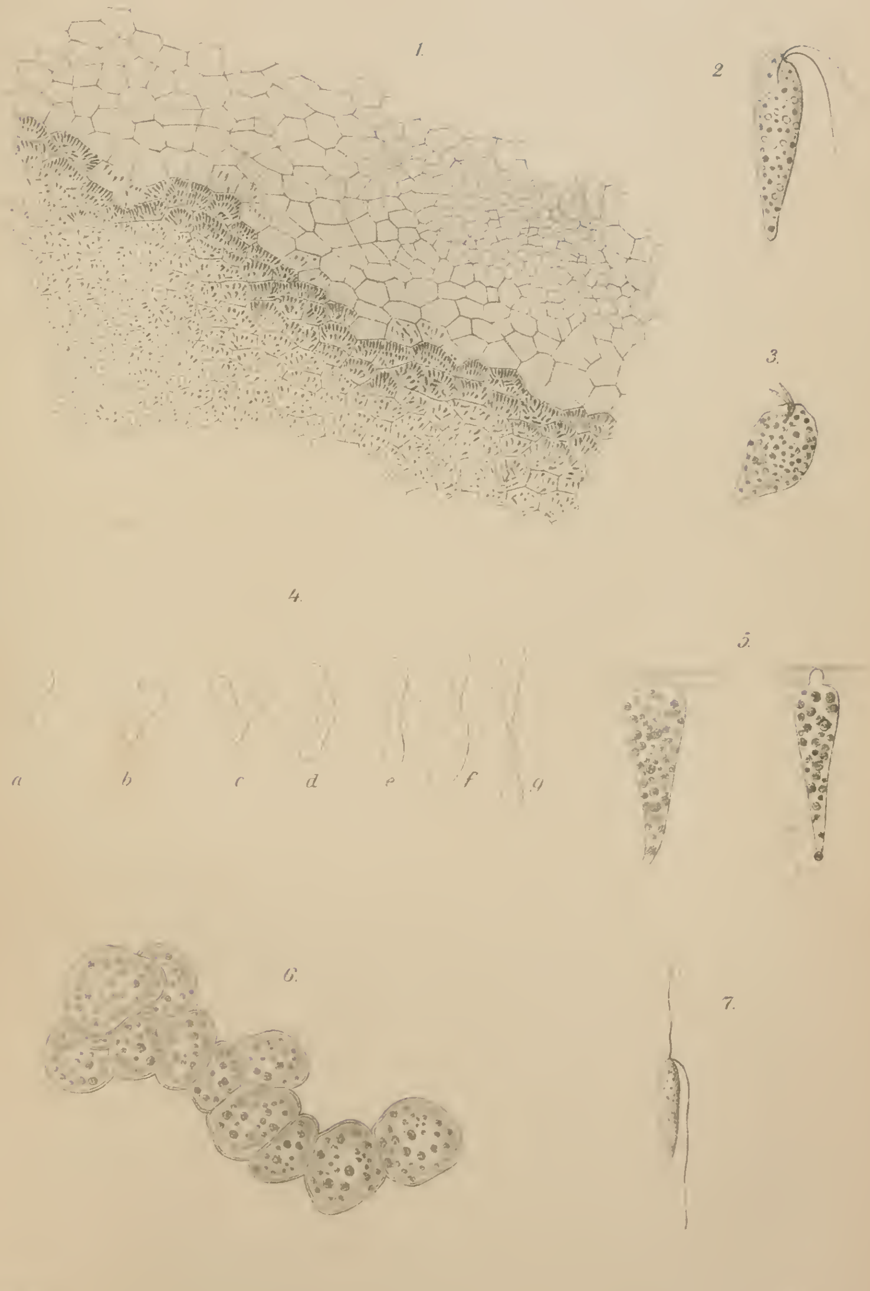


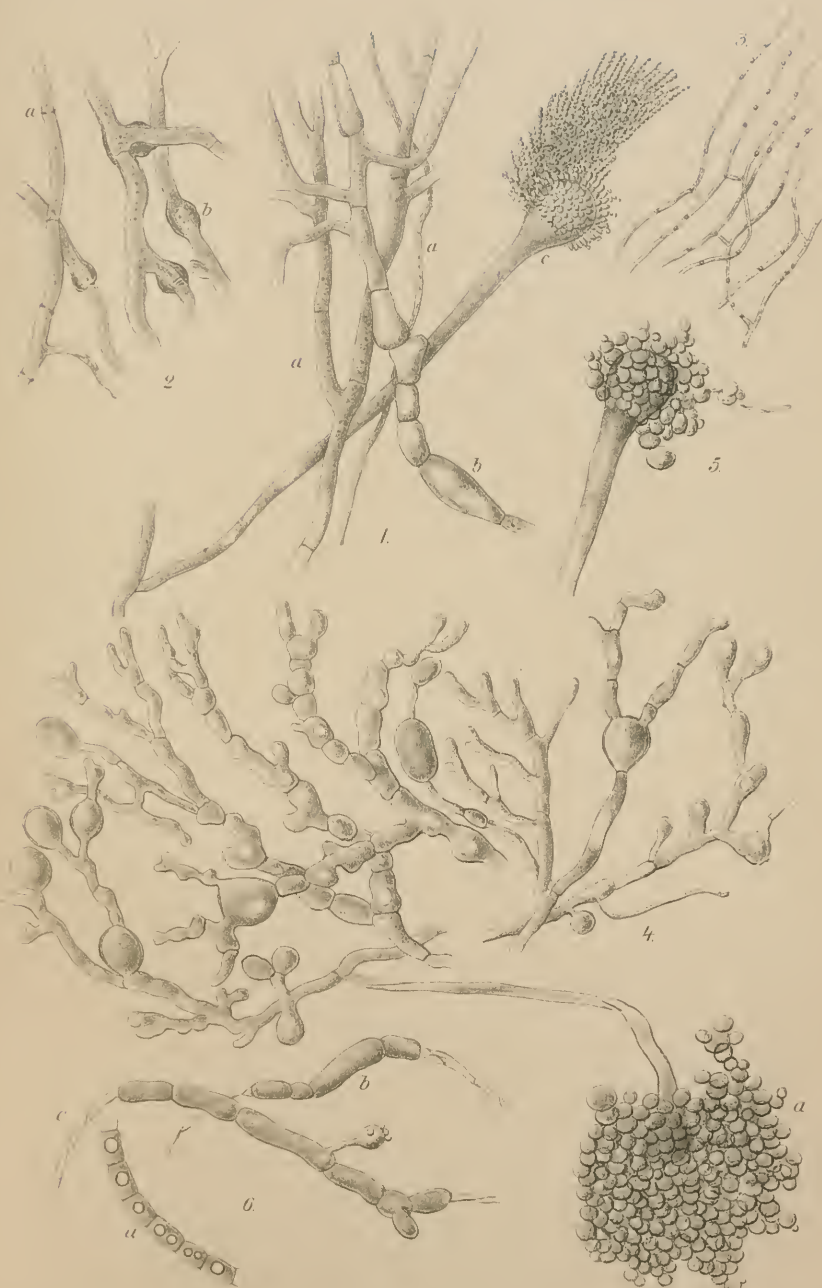

A. Nestler gez. E. Laue lith.

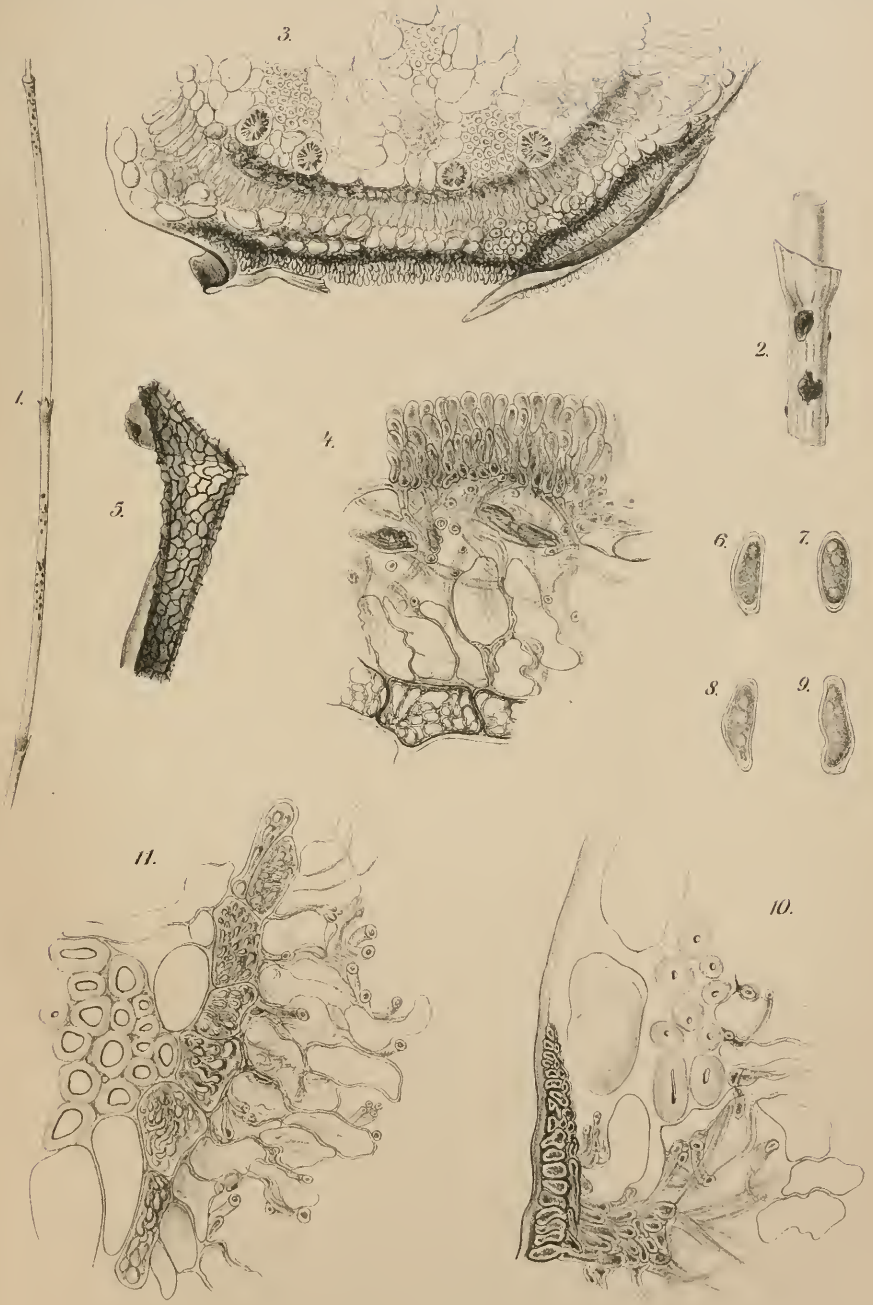

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7
a
a
b
E. Laue lith.


p
std
std
a
a
n
n
1.
2.
3
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13
14.
15.
16.
17.
a
b


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23
24.
g
l
a
s


1.
2
3.
4.
a
b
c
d
e
f
g
5.
6.
7.


a
b
2
a
a
c
b
1.
3.
5.
4.
a
b
c
6.
a

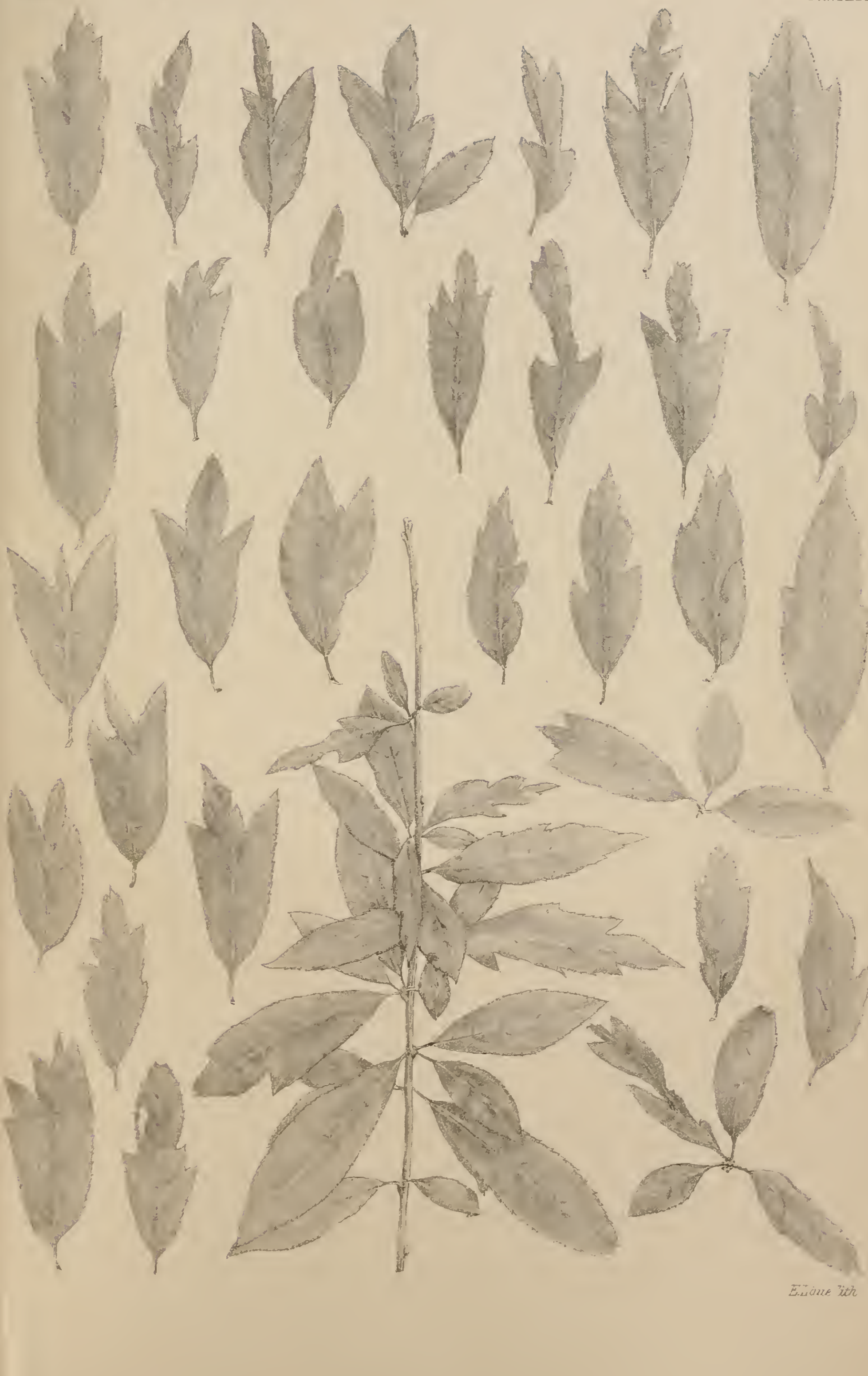



P. Kiseler gez. E. Laue lith.

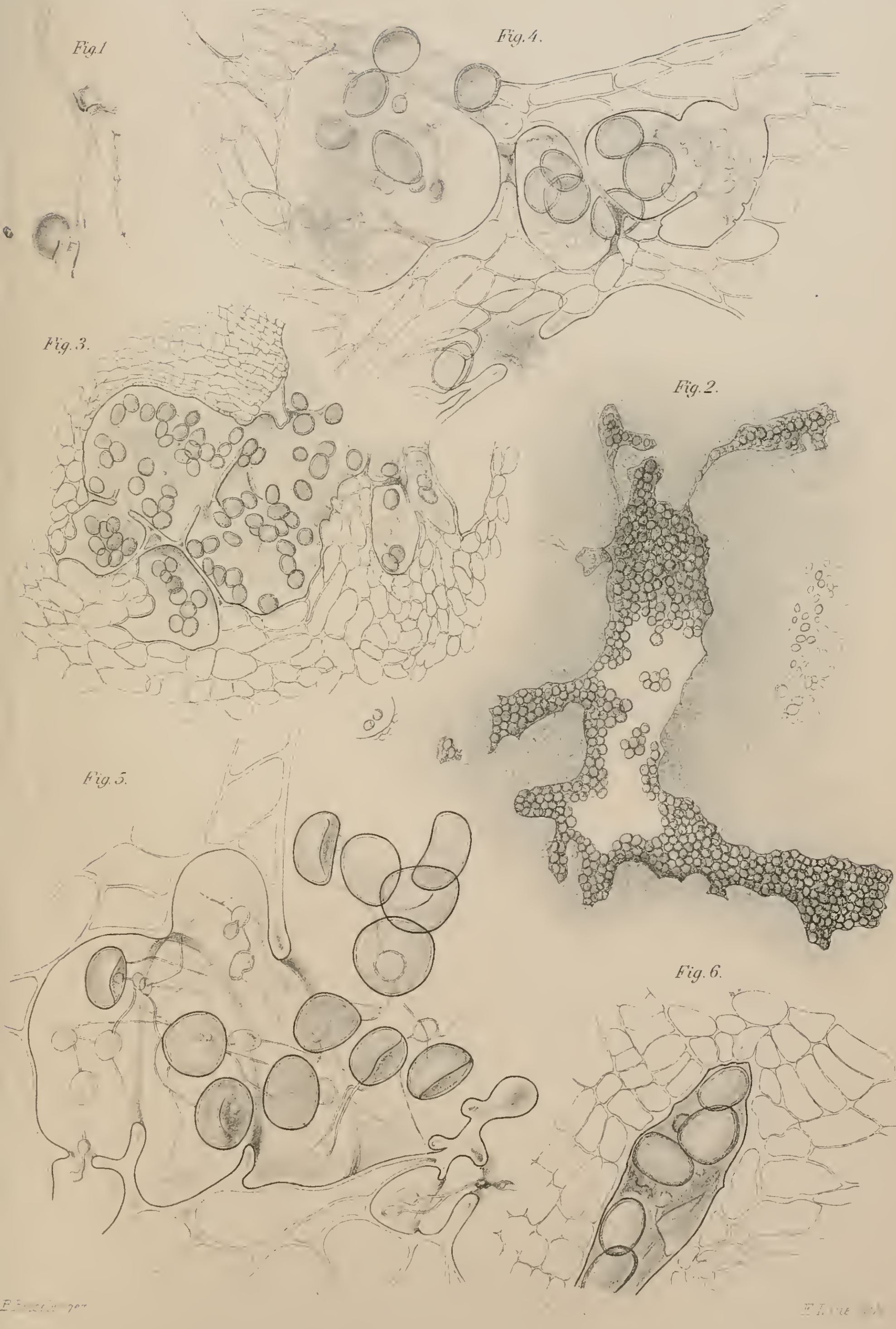


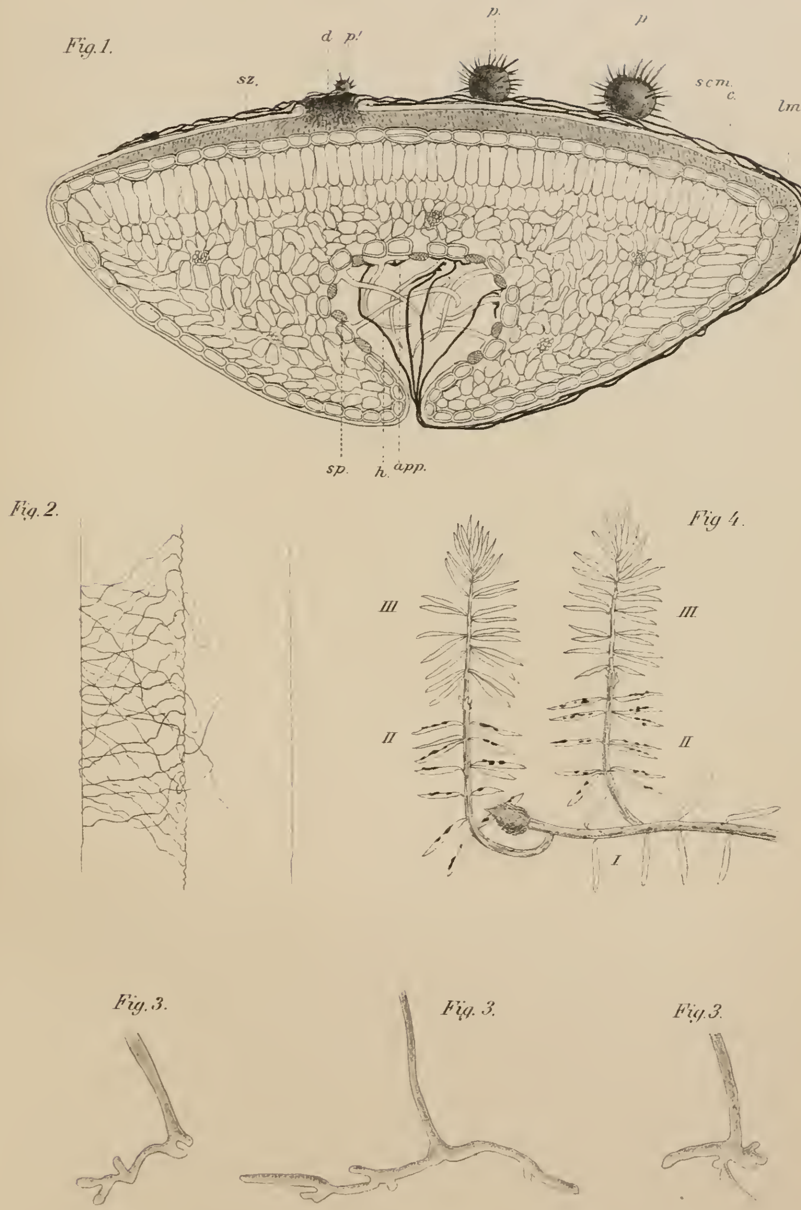

E. Strasburger ad nat. del.

E. Laue lith.



E. Laue lith.


Fig. 1
Fig. 4.
Fig. 3.
Fig. 2.
Fig. 5.
Fig. 6.




F. W. Neger gez.

E. Laue lith.

Fig 2.

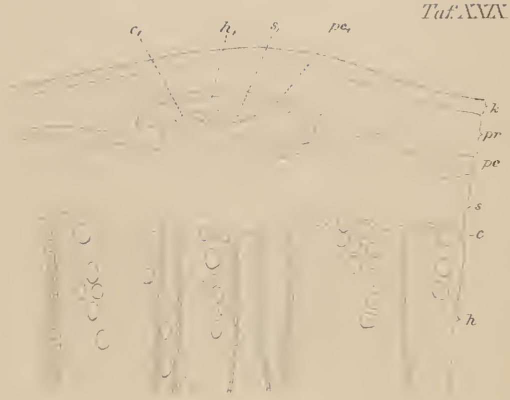





Fig. 1.

Fig. 4.



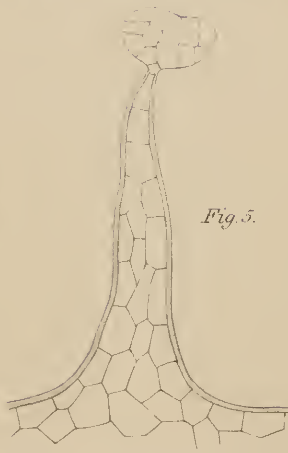


Fig. 5.

Fig. 3.

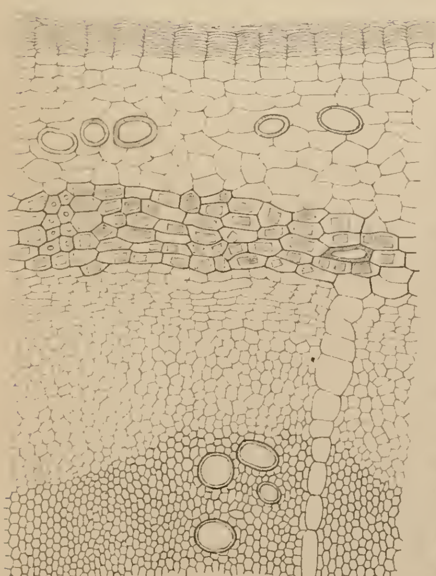
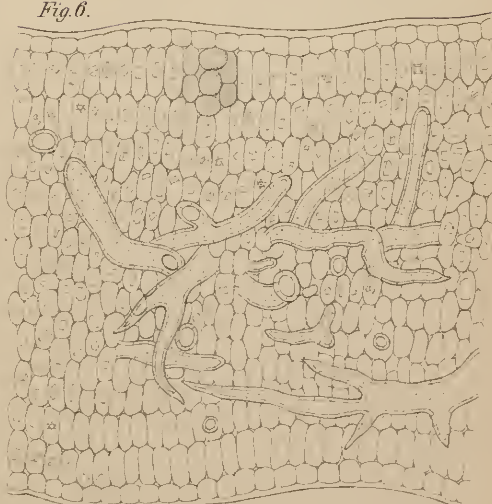


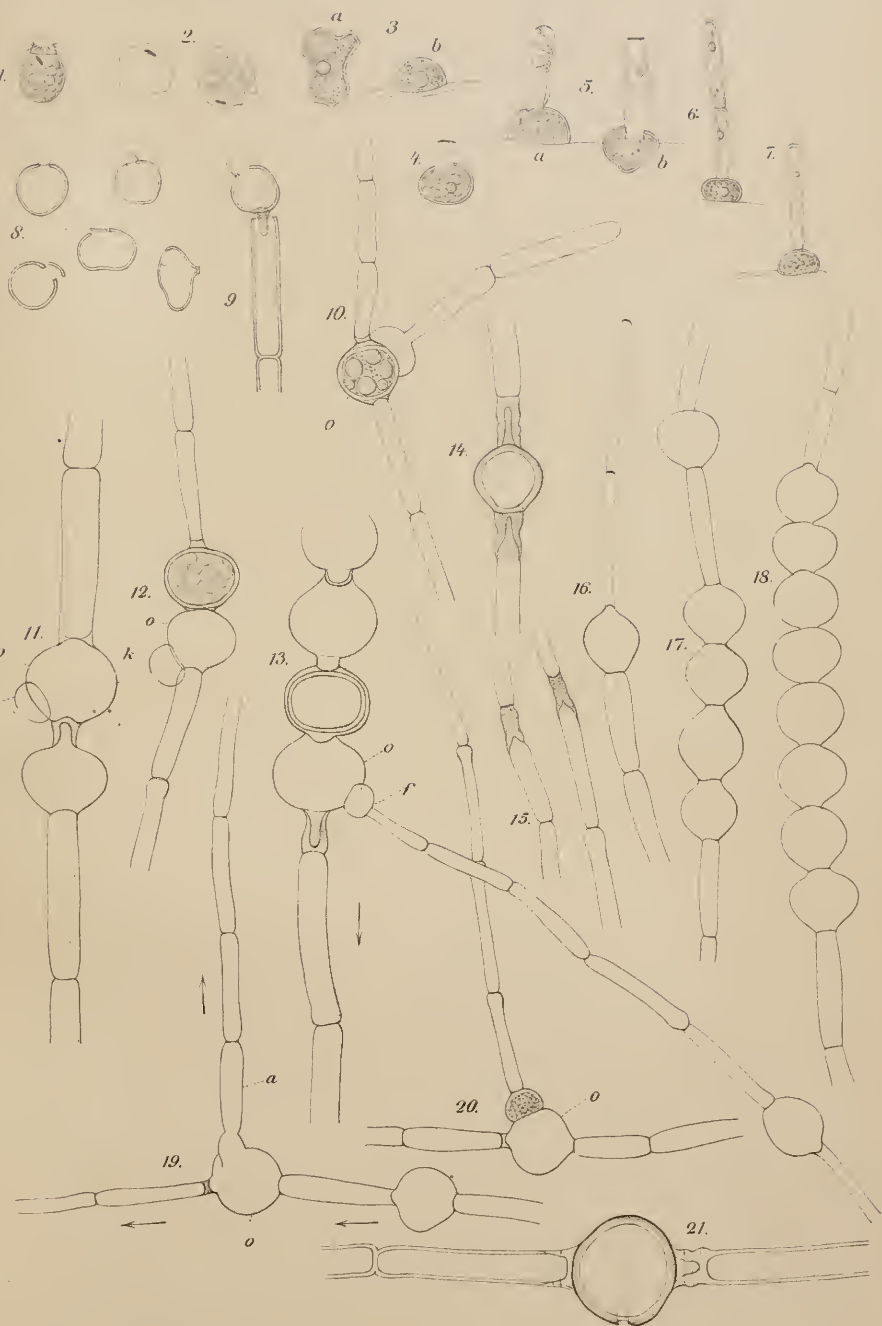
Fig. 6.



E. Laue lith.

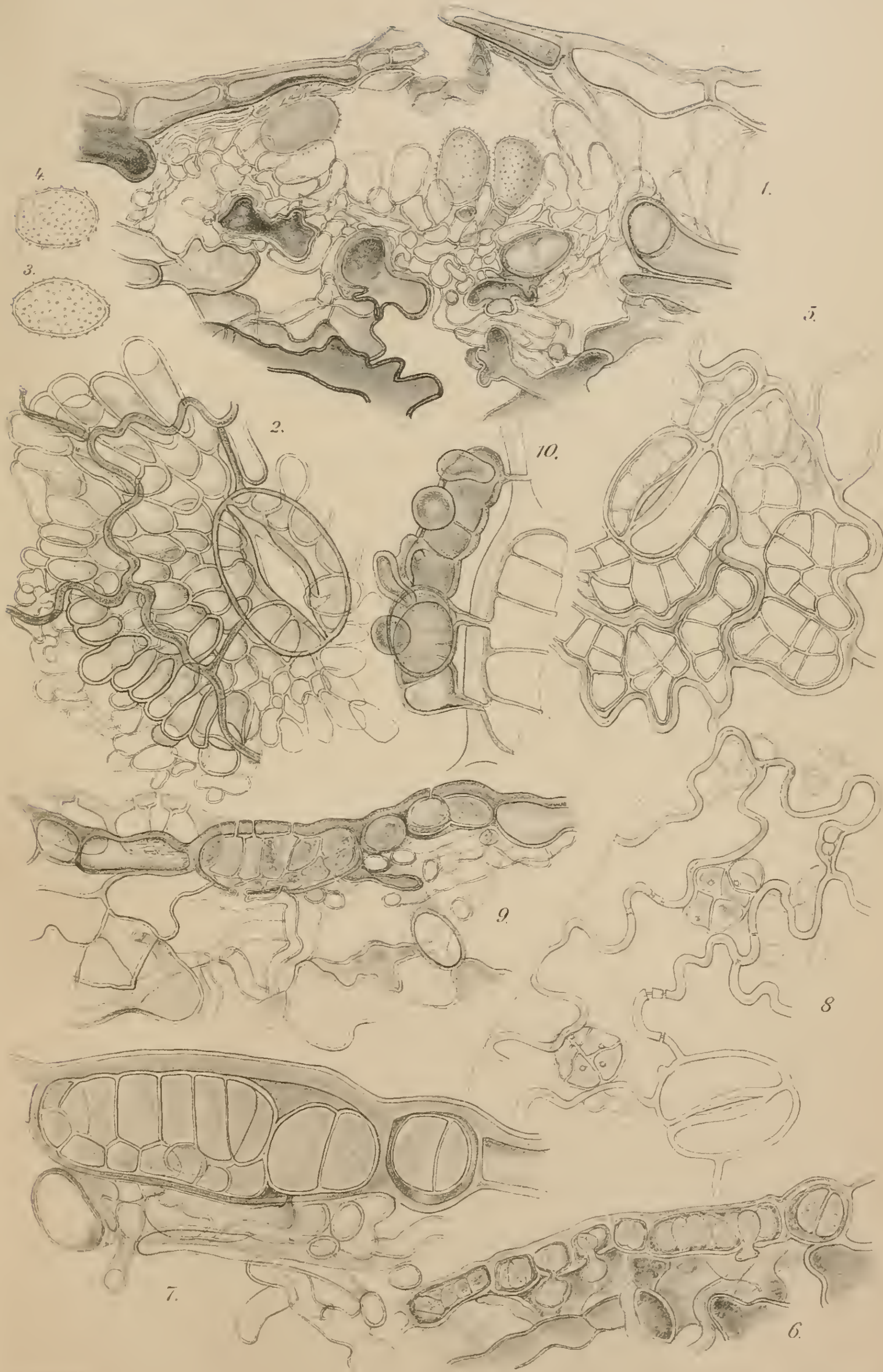


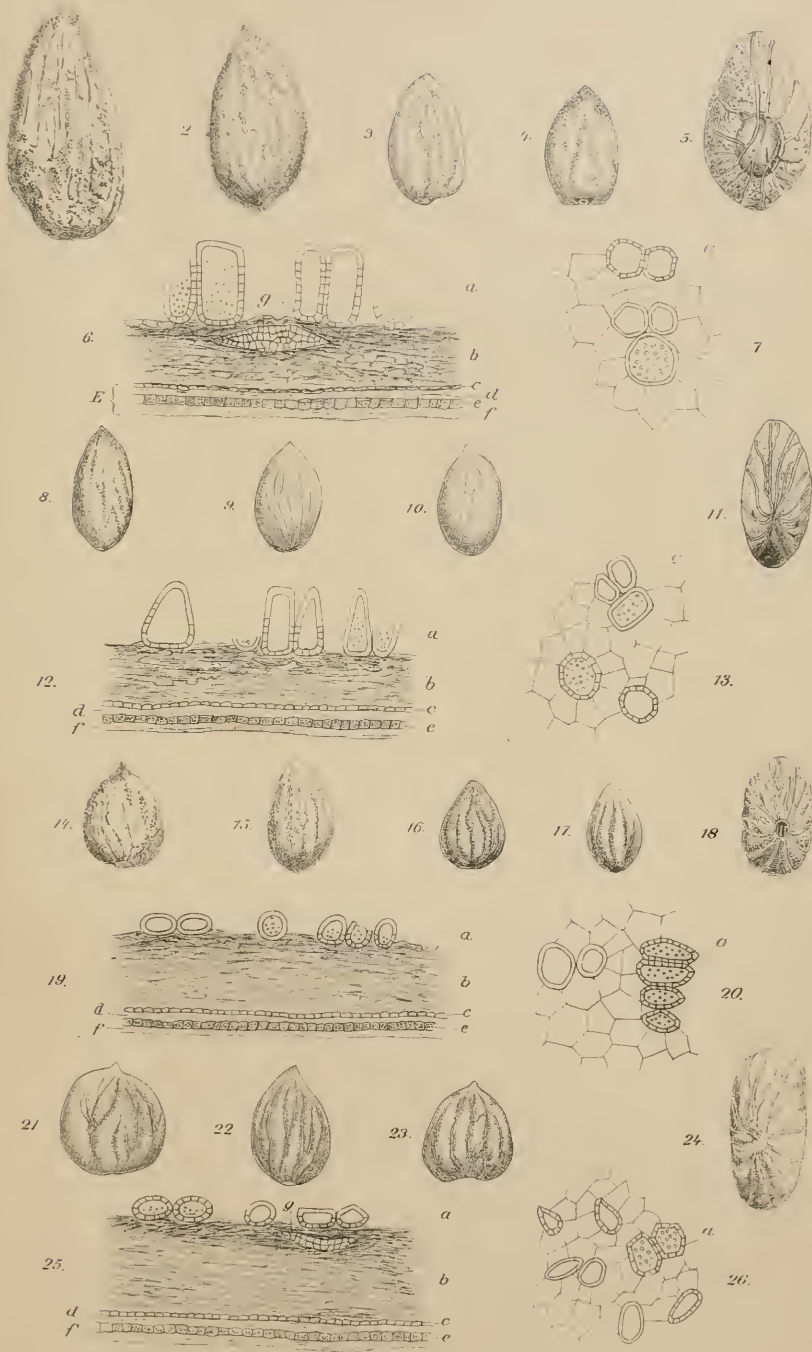

H. Lindemuth gez. E. Laue lith.




A. Scherffel gez. E. Laue lith.


1.
2.
9.
4.
6.
8.
5.
7.


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8
9.
10.


2
3.
4.
5.
6.
7
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18
19.
20.
21
22
23.
24.
25.
26.
a
b
c
d
e
f
g
E